



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

**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS DE
CUARTO DE MÁQUINAS Y SERVICIOS GENERALES, EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN,
BIMBO GUATEMALA S.A.**

José Manuel Aguilar Corona

Asesorado por la MSc. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, agosto de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS DE
CUARTO DE MÁQUINAS Y SERVICIOS GENERALES, EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN,
BIMBO GUATEMALA S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JOSÉ MANUEL AGUILAR CORONA

ASESORADO POR LA MSC. INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADORA	Inga. Helen Rocío Ramírez Lucas
EXAMINADOR	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS DE CUARTO DE MÁQUINAS Y SERVICIOS GENERALES, EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN , BIMBO GUATEMALA S.A.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial, con fecha 21 de noviembre de 2016.

José Manuel Aguilar Corona



Guatemala, 24 de julio de 2017.
REF.EPS.DOC.431.07.17.

Ingeniera
Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Inga. Classon de Pinto:

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Mecánica Industrial, **José Manuel Aguilar Corona, Registro Académico No. 200715092** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPO DE CUARTO DE MÁQUINAS Y SERVICIOS GENERALES, EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN, BIMBO GUATEMALA, S.A..**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial



NISZdS/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 24 de julio de 2017.
REF.EPS.D.215.07.17

Ingeniero
José Francisco Gómez Rivera
Director a. i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

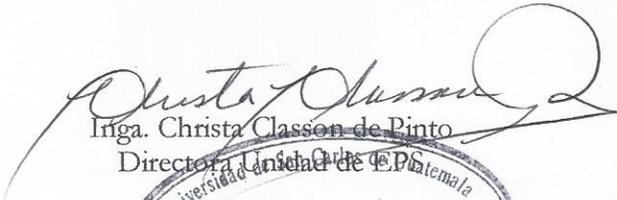
Estimado Ing. Gómez:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPO DE CUARTO DE MÁQUINAS Y SERVICIOS GENERALES, EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN, BIMBO GUATEMALA, S.A.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **José Manuel Aguilar Corona** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS



CCdP/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPO DE CUARTO DE MÁQUINAS Y SERVICIOS GENERALES, EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN, BIMBO GUATEMALA S. A.**, presentado por el estudiante universitario **José Manuel Aguilar Corona**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, julio de 2017.

/mgp



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS DE CUARTO DE MÁQUINAS Y SERVICIOS GENERALES, EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN, BIMBO GUATEMALA S. A.**, presentado por el estudiante universitario **José Manuel Aguilar Corona**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR a.i.
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2017.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ÁCTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS DE CUARTO DE MÁQUINAS Y SERVICIOS GENERALES, EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN, BIMBO GUATEMALA S.A.**, presentado por el estudiante universitario: **José Manuel Aguilar Corona**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

J. Aguilar
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
DECANO



Guatemala, agosto de 2017

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la sabiduría, por protegerme y guiarme con fidelidad en cada paso para poder alcanzar esta meta.
- Mis padres** María Guadalupe Corona de la Cruz y José Manuel Aguilar Santizo, por el apoyo incondicional y por cada uno de los sacrificios que hicieron para alcázar esta meta que compartimos desde el inicio.
- Mis hermanos** Lucía y Manuel Aguilar Corona por su cariño y apoyo incondicional a lo largo de mi vida.
- Mis abuelos** Por su amor, consejos y protección y porque sé que desde el cielo celebran conmigo alcanzar esta meta.
- Mi familia** Sobrinas, cuñada, tíos y primos por sus consejos y apoyo.
- Mis amigos** Álvaro Pérez, Gustavo Pérez y Fredy Villatoro, con los que compartí en esta gloriosa facultad. Por todos los viajes, desvelos y alegrías compartidas.

Amigos y amigas

Por todo el cariño, por las alegrías y aventuras que hemos compartido, por ser ejemplo y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme el orgullo de egresar como profesional universitario de tan digna casa de estudios.
Facultad de Ingeniería	Por darme la oportunidad de forjarme en sus aulas como profesional.
Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña	Por su valioso apoyo, por compartir sus conocimientos, consejos y paciencia para guiarme en la asesoría de mi ejercicio profesional supervisado.
Bimbo de Guatemala	Por abrirme las puertas para llevar a cabo una mi trabajo de graduación en sus instalaciones y más que todo por la enorme experiencia adquirida.
Ing. Rafael Molina Cabrera	Por su valioso apoyo, por compartir sus conocimientos darme la oportunidad de trabajar con él durante la elaboración de este trabajo de graduación.
Personal de Bimbo	Por la oportunidad de trabajar con ellos y por los consejos y experiencias compartidas

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. GENERALIDADES DE BIMBO DE GUATEMALA S.A.....	1
1.1. Descripción y reseña histórica.....	1
1.2. Visión.....	2
1.3. Misión	2
1.4. Objetivos.....	2
1.5. Estructura organizacional	3
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, DE EQUIPO DE CUARTO DE MAQUINAS Y SERVICIOS GENERALES	9
2.1. Diagnóstico de la situación actual	9
2.1.1. Análisis FODA	9
2.2. Área de mantenimiento.....	14
2.2.1. Esquema general del plan de mantenimiento preventivo actual.....	14
2.2.2. Cuarto de máquinas y servicios generales	17
2.2.3. Maquinaria y equipo	17

2.2.4.	Distribución de los equipos y maquinaria industrial	24
2.2.5.	Procedimientos de mantenimiento aplicados actualmente a la maquinaria	29
2.3.	Actualización de plan de mantenimiento preventivo de los equipos de cuarto de máquinas y servicios generales de la empresa	34
2.3.1.	Personal técnico del área de mantenimiento	35
2.3.2.	Fortalecimiento del procedimiento de mantenimiento preventivo	39
2.3.3.	Actividades a realizar antes y después de la ejecución de una rutina de mantenimiento preventivo	41
2.4.	Rutinas de mantenimiento	47
2.5.	Gestión de mantenimiento preventivo	60
2.5.1.	Generalidades MP9	63
2.5.2.	Implementación	64
2.5.3.	Ficha técnica de registro	70
2.5.4.	Ficha de control de órdenes de trabajo	73
2.6.	Alcances del software mp9	77
2.6.1.	Indicadores secundarios	77
2.6.2.	Indicadores de accidentabilidad	77
2.6.3.	Indicador de costos de mantenimiento preventivo por mantenimientos totales	78
2.7.	Costos de la propuesta	79
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. DOCUMENTACIÓN DE PROCEDIMIENTOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	83

3.1.	Diagnóstico de la situación actual	83
3.1.1.	Planta de tratamiento de aguas residuales.....	86
3.2.	Estudio preliminar de las áreas planta de tratamiento de aguas residuales	87
3.2.1.	Rutina de operación	87
3.2.2.	Descripción de equipos de la planta de tratamiento.....	89
3.3.	Documentación de procedimientos para el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales	93
3.4.	Costos de la propuesta.....	108
4.	FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN	109
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación	109
4.2.	Plan de capacitación	110
4.3.	Resultados de capacitación.....	124
4.4.	Costos de la propuesta.....	125
	CONCLUSIONES	127
	RECOMENDACIONES.....	129
	BIBLIOGRAFÍA.....	131
	APÉNDICE.....	133
	ANEXO	151

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de la empresa.....	7
2.	Esquema general de mantenimiento preventivo actual.....	15
3.	Estructura de una caldera	18
4.	Estructura interna de una caldera	19
5.	Estructura compresor de aire	21
6.	Ciclo de refrigeración simple	22
7.	Estructura de un compresor	23
8.	Ubicación de cuartos de máquinas	28
9.	Procedimiento mantenimiento preventivo actual.....	31
10.	Puntos de enfoque de aporte para la actualización	34
11.	Recursos técnicos para la creación de las rutinas	40
12.	Procedimiento para anticipación de refacciones	45
13.	Rutina semanal mantenimiento preventivo caldera no.1 y 2	48
14.	Rutina mensual mantenimiento preventivo caldera no.1 y 2	49
15.	Rutina trimestral de mantenimiento preventivo calderas no. 1 y 2	50
16.	Rutina semestral de mantenimiento preventivo calderas	51
17.	Rutina mp mensual compresor de aire no. 1, 2, y 3	52
18.	Rutina mp trimestral compresores de aire no. 1, 2 y 3	53
19.	Rutina mp anual de compresores de aire no. 1, 2 y 3	54
20.	Rutina de mantenimiento preventivo sistema de refrigeración.....	55
21.	Rutina mensual de mantenimiento secador de aire	56
22.	Rutina semestral de mantenimiento de secador de aire	57
23.	Rutina semestral de mantenimiento de calentado de agua.....	58

24.	Rutina semestral de mantenimiento tanque condensados	59
25.	Ciclo de trabajo de mantenimiento.....	61
26.	Ciclo de implementación de mp9.....	65
27.	Procedimiento implementación mp9.....	66
28.	Ficha técnica de registro de equipos	71
29.	Ficha tecnica de cada equipo	72
30.	Flujograma de proceso de órdenes de trabajo	74
31.	Diagrama causa y efecto ptar	85
32.	Procedimiento para el análisis dqo	97
33.	Procedimiento para el análisis de la prueba alfa	100
34.	Procedimiento para la prueba de jarras	102
35.	Procedimientos para la eliminación de lodos.....	104
36.	Formato para el registro de la prueba dqo.....	106
37.	Formato para resultado de pruebas en ptar.....	107
38.	Formato de asistencia capacitaciones implementación mp9	122
39.	Listado de asistencia capacitaciones área de mantenimiento	123

TABLAS

I.	FODA.....	12
II.	Matriz FODA	13
III.	Ciclo de refrigeración ideal	22
IV.	Equipos y máquinas cuarto de máquinas 1	25
V.	Equipos y máquinas de cuarto de máquinas 2	26
VI.	Equipos y máquinas de cuarto de máquinas 3	27
VII.	Descriptor de puesto, competencias necesarias y perfil	36
VIII.	Distribución de cargas de trabajo.....	39
IX.	Descriptor de puesto encargado de mantenimiento preventivo	62
X.	Pasos para la ejecución de órdenes de trabajo	69

XI.	Resultados de la propuesta del ahorro de papel.....	76
XII.	Ecuación indicadores accidentabilidad.....	78
XIII.	Ecuación costos de mantenimiento preventivos por mantenimientos totales.....	79
XIV.	Costos de mantenimiento preventivo por empresas externas.....	80
XV.	Costos por profesionalización de personal.....	81
XVI.	Costos de la implementación de la nueva gestión	82
XVII.	Características del agua a tratar	89
XVIII.	Puntos de muestreo y periodicidad de análisis	94
XIX.	Tabla de diluciones prueba dqo	95
XX.	Límites máximos permisibles	95
XXI.	Costos de la propuesta de capacitación.....	108
XXII.	Plan de capacitación 1	112
XXIII.	Plan de capacitación 2	113
XXIV.	Plan de capacitación 3	114
XXV.	Plan de capacitación 4	115
XXVI.	Plan de capacitación 5	116
XXVII.	Plan de capacitación 6	117
XXVIII.	Plan de capacitación 7	118
XXIX.	Plan de capacitación 8	119
XXX.	Plan de capacitación	119
XXXI.	Plan de capacitación 2017	120
XXXII.	Costos de plan de capacitación	126

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Hp	Caballos de potencia
CO	Carbón
C	Celsius
Cm	Centímetros
Cu	Cobre
AC	Corriente alterna
DC	Corriente directa
Cr	Cromo
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno
DQO	Demanda química de oxígeno
PSI	Libras sobre pulgada cuadrada
L	Litros
Kg	Kilogramos
mp	Mantenimiento preventivo
m	Metros
OT	Orden de trabajo
pH	Potencial de hidrógeno
PTAR	Planta de tratamiento de aguas residuales
RPM	Revoluciones por minuto
MP9	Software Mantenimiento preventivo

GLOSARIO

Aerobio	Microorganismos que necesitan de oxígeno para vivir.
Aguas residuales	Combinación de líquidos o desechos creados por agua provenientes de zonas comerciales, industriales y residenciales.
Anaerobio	Microorganismos que no necesitan de oxígeno libre para vivir, tomándolo de la materia que lo rodea.
Bitácora	Publicación que permite llevar un registro escrito de diversas acciones. Su organización es cronológica, lo que facilita la revisión de los contenidos anotados.
Biotransformación	Proceso mediante el cual un organismo vivo modifica una sustancia química transformándola en otra diferente.
Combustión	Proceso químico de oxidación rápida que va acompañado de desprendimiento de energía bajo una forma de calor y luz.
Caldera	Recipiente metálico, cerrado, destinado a producir vapor o calentar agua, mediante la acción del calor a una temperatura superior a la del ambiente y presión mayor que la atmosférica.

Compresor	Aparato que sirve para reducir a menor volumen un líquido o un gas por medio de la presión.
Condensador	Es un intercambiador de calor entre fluidos, de modo que mientras uno de ellos se enfría, pasando de estado gaseoso a estado líquido, el otro se calienta.
Entalpia	Fenómeno mediante el cual la magnitud termodinámica de un cuerpo o elemento es igual a la suma que resulta de su propia energía interna más el resultado de su volumen por la presión exterior.
Floculación	Proceso químico mediante con la adición de sustancias denominadas floculantes, se aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado.
FODA	Estudio de la situación de una empresa y organización a través de sus fortalezas, oportunidades debilidades y amenazas y de esta manera planificar una estrategia de futuro.
Helicoidal	Movimiento rototraslatorio que resulta de combinar un movimiento de rotación en torno a un eje dado con movimiento de traslación a lo largo de ese mismo eje; el resultado es un movimiento helicoidal.

Mantenibilidad	Propiedad de un sistema que representa la cantidad de esfuerzo requerida para conservar su funcionamiento normal o para restituirlo una vez se ha presentado un evento de falla.
Pirotubular	Calderas con tubos múltiples de humo, en esta caldera el humo y los gases calientes circula por el interior de los tubos.
Sedimentación	La sedimentación es un proceso que forma parte de la potabilización del agua y de la depuración de aguas residuales.
Stock	Conjunto de mercancías o productos que se tienen almacenados en espera de su venta o comercialización.
Termocuplas	Sensores de temperatura eléctricos utilizados en la industria.
Vapor	Gas formado por la vaporización de un líquido o de un sólido.

RESUMEN

Bimbo de Guatemala, es una empresa multinacional, de origen mexicano que tiene su planta de producción en el municipio de El Tejar, Chimaltenango. Se especializa en la panificación y es la más grande del país y líder mundial en su ramo. Bimbo de Guatemala es una de las plantas más completas del grupo por la variedad de productos que fabrica y cuenta con 10 líneas de producción.

Se realizó un diagnóstico mediante la aplicación de herramientas de ingeniería para identificar las áreas de oportunidad. El resultado fue que su plan de mantenimiento preventivo es débil y podría mejorarse y actualizarse.

La actualización del plan de mantenimiento preventivo tiene como propósito aportar reingeniería a los procedimientos que se realizan para la ejecución del plan de mantenimiento. Como parte de la reingeniería del plan, está la actualización de equipos que no formaban parte del plan actual.

Dentro de la propuesta se incluye la sustitución de los trabajos de mantenimiento preventivo realizados por empresas externas para mejorar el perfil del equipo de mantenimiento de la empresa y reducir costos por contratación de empresas de mantenimiento.

Para resolver la problemática de la gestión del plan se implementó un gestor de mantenimiento que ayudará a tener control de las acciones que se realizan con cada equipo o maquinaria y a la toma de decisiones debido a los beneficios que presenta.

OBJETIVOS

General

Actualizar el plan de mantenimiento preventivo que incluya todos los equipos de los cuartos de máquinas de la empresa.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico de la situación actual del área de mantenimiento.
2. Establecer procedimientos que fortalezcan el mantenimiento preventivo de la empresa.
3. Establecer las nuevas rutinas para el plan de mantenimiento.
4. Diseñar las cargas de trabajo y control de órdenes de trabajo realizadas.
5. Diseñar un proceso de gestión claro para la ejecución del plan de mantenimiento preventivo, aplicando producción más limpia.
6. Documentar los procedimientos realizados para el correcto funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.
7. Diseñar un plan de capacitación al capital humano de la empresa sobre temas detectados en el diagnóstico de necesidades de capacitación.

INTRODUCCIÓN

Bimbo de Guatemala S.A., es una empresa que se dedica a la panadería, pastelería, *snacks*, galletería ente otros productos. Se fundó en México, en 1945 y llegó a Guatemala, en 1990. Bimbo de Guatemala es una empresa que busca ubicarse dentro de las mejores plantas alimenticias del país, mediante el principio de mejora continua.

Este trabajo de graduación desarrollado a través del EPS, en el primer capítulo aborda la información de la empresa su misión, visión, filosofía, la actividad que realiza y su estructura organizacional. Expone una idea general de donde se desarrolló el trabajo.

El capítulo dos desarrolla la actualización del plan de mantenimiento preventivo de la empresa, donde se presenta un diagnóstico de la situación actual del área utilizando la herramienta FODA. Como parte de la reingeniería del plan de mantenimiento se desarrolla un nuevo perfil de técnicos mecánicos que puedan sustituir el trabajo de mantenimiento preventivo que realizan empresas de mantenimiento. Se desarrollan las rutinas de trabajo mensual, semestral y anual según sea el caso y luego se desarrolla una nueva gestión del mantenimiento preventivo, que permita tener un mayor control de lo que se desarrolla actualmente.

El capítulo tres presenta la documentación de procedimientos para el correcto funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.

El capítulo cuatro desarrolla un plan de capacitación según los hallazgos encontrados específicamente en el área de mantenimiento y enfocado a fortalecer la actualización del plan de mantenimiento.

1. GENERALIDADES DE BIMBO DE GUATEMALA S.A.

1.1. Descripción y reseña histórica

Bimbo es una empresa de panificación líder mundial en su ramo. Se fundó en México, el 2 de diciembre de 1945. En ese país y en varios de Latinoamérica es la compañía de alimentos más grande, líder en panificación. Actualmente está en 22 países de América, Asia y Europa. Tiene 165 plantas alrededor del mundo.

Llega a Guatemala en 1990 y, se asocia con Winny de Guatemala, la cual compra en el año 1999. Así se crea Bimbo de Centro América, S.A. Desde sus inicios, se han desarrollado y crecido en el mercado nacional e internacional. Actualmente, cuenta con la red de distribución más extensa del país y una de las más grandes del continente americano. Sus 52 000 rutas garantizan que los productos mantengan su frescura en los más de 2.5 millones de puntos de venta localizados alrededor del mundo.

Bimbo ofrece productos de primera calidad a sus consumidores. Cuenta con más de 100 marcas de reconocido prestigio, como Bimbo, Marínela, Tía Rosa, Milpa Real, Oroweat, Thomas', Barcel, Ricolino, Coronado, Suandy y Lara, Duvalín, Lunetas, entre otras. La empresa ha sido líder en el mercado nacional. Sus productos son de primera calidad, innovadores y competitivos en la producción de pan y diversos productos que, por su marca y calidad, se han mantenido en un mercado altamente competente y muy cambiante.

1.2. Visión

“Alimentos deliciosos y nutritivos en las manos de todos.”¹

1.3. Misión

“En 2020 transformarse en la industria de la panificación y expandir el liderazgo global para servir mejor a más consumidores.”²

1.4. Objetivos

“Desarrollar productos, categorías y marcas de la más alta calidad, en sintonía con las necesidades de los consumidores que satisfagan sus preferencias y generen conciencia de marca y lealtad. Se genera valor a través de la promoción de la actividad física y estilo de vida saludable.

- Mejorar el perfil nutricional de nuestros productos tomando en cuenta tanto el bienestar como el deleite.
- Asegurar la disponibilidad de productos en cualquier momento y en cualquier lugar a través de una ejecución sobresaliente en el punto de venta.
- Apoyar a nuestros clientes y a la cadena de valor con servicios complementarios que mejoren su negocio.”³

¹ Bimbo de Guatemala. *Código de Ética*. p.2.

² *Ibíd.*

³ *Ibíd.*

- “Lograr avances innovadores en productos y procesos invirtiendo en investigación y desarrollo, estableciendo alianzas con universidades y organizaciones no gubernamentales e identificando oportunidades a lo largo de la cadena de valor para reducir nuestra huella de carbono e hídrica, eliminar desperdicios y compartir e implementar las mejores prácticas.
- Buscar la mejora continua en nuestra estructura de costos y gastos, comprometidos con una cadena de valor socialmente responsable y eficiente con la mayor calidad en el servicio y en el producto para nuestros clientes y consumidores.
- Fomentar el compromiso de nuestra gente promoviendo su desarrollo personal y laboral, así como asegurando un lugar de trabajo seguro y saludable; con un fuerte compromiso con el respeto a los derechos humanos, la equidad y la diversidad; desarrollar un sólido proceso de manejo de talento y liderazgo en toda la compañía”⁴.

1.5. Estructura organizacional

Las estrategias de desarrollo organizacional son el pilar para lograr los objetivos de toda organización, sin ellas no es posible darle un rumbo correcto y concreto a la organización.

Para Bimbo, la parte más importante de la organización son sus colaboradores, las personas son lo más importante y la clave del éxito de la organización. Responde a la necesidad de empleo en función de satisfacer también sus requerimientos de producción. De esta manera ha generado los sistemas que contribuyen al desarrollo de sus colaboradores.

⁴ Bimbo de Guatemala. *Código de Ética*. p.4.

La empresa cuenta con una organización formal que permite alcanzar los objetivos mediante organigramas, manuales y la interacción de los principios de la organización, como la división del trabajo, autoridad y responsabilidad, delegación, unidad de mando, jerarquía, tramo de control. A este tipo de estructura organizacional se le llama formal porque cumple con los siguientes aspectos:

- Un conjunto de reglas y procedimientos bien definidos: diseñados previamente con el fin de alcanzar algún objetivo o meta.
- Objetivos y estrategias: como parte de la filosofía de empresa se tienen bien definidas las metas a corto, mediano y largo plazo así como se tienen definidas las estrategias para alcanzarlas.
- La estructura de la organización: la estructura formal dentro de la empresa confiere un estatus determinado a cada colaborador, de acuerdo con su posición y poder relativo.
- Actividades definidas: la organización define las actividades propias de cada colaborador de la empresa, estableciendo de la mejor manera sus obligaciones y límites.
- Canales de comunicación: dentro de Bimbo de Guatemala existen canales de comunicación definidos en función de la jerarquía y procedimientos propios de la organización.
- Procedimientos de coordinación: se definen procedimientos y mecanismos para la coordinación de actividades de los distintos miembros de la organización.

La empresa cuenta con una combinación de la organización lineal y funcional, donde se aprovechan las ventajas de cada tipo y se evitan las desventajas inherentes a cada una. Además, se conserva del tipo de sistema

funcional la especialización de cada actividad en una función, de la lineal la autoridad y responsabilidad que se transmite a través de un solo jefe por cada función en especial.

El nivel más alto de la empresa la conforma una junta de gerentes. Esta junta toma las decisiones de la empresa en el país. Luego están los gerentes de producción, mantenimiento, ventas, logística, finanzas, personal, auditoría, seguridad. Para alcanzar los objetivos de este trabajo de graduación se presenta información de la planta de producción, donde se encuentran los gerentes de mantenimiento y producción. El Gerente de producción distribuye y asigna el trabajo a los supervisores de: producción, materias primas, calidad, nuevos productos. El Gerente de mantenimiento distribuye y delega responsabilidades a los jefes de mecánicos, encargado de compras, encargado de almacén de repuestos y al de sanidad.

Las ventajas de esta estructura es que facilita la toma de decisiones y su ejecución. Es claro y sencillo, existe una mayor especialización, se obtiene la más alta eficiencia de la persona y, sobre todo, disminuye la presión sobre un solo jefe por el número de especialistas que cuenta la organización.

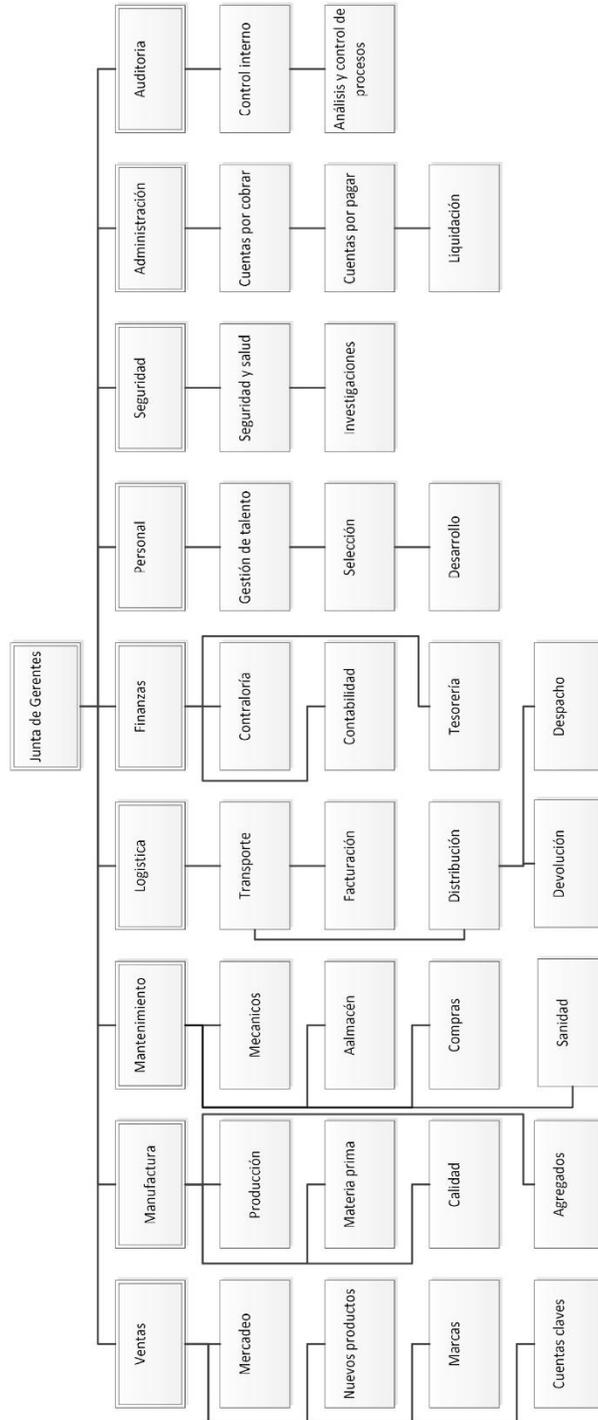
A continuación, se presenta una breve descripción de las funciones de cada puesto del área de mantenimiento:

- Gerente de mantenimiento: es la máxima autoridad del área de mantenimiento de la empresa, vela por la maximización de recursos para un eficiente funcionamiento de las maquinarias, equipos e instalaciones de la empresa.

- Jefe de Mecánicos: encargado del buen funcionamiento de la maquinaria y equipo, además de las tareas que realiza el personal de mantenimiento y de los proyectos de mejoras para las líneas.
- Técnicos mecánicos: controlan las máquinas y equipos del área designada. Se encargan de las rutinas de arranque, operación, lubricación, mantenimiento preventivo y necesidades mecánicas que se presenten durante la producción.
- Encargado de Almacén: se responsabiliza del manejo correcto de inventarios de los repuestos, consumibles, herramientas, activos, equipos y maquinarias con los que cuenta la empresa.
- Encargado de compras: se encarga de las cotizaciones y compra de repuestos, consumibles, herramientas, activos dentro de la empresa, manejando una relación directa con los proveedores.
- Jefe de sanidad: tiene bajo su responsabilidad el control de la sanidad en equipos e instalaciones de la empresa.

El organigrama de la empresa representa de una manera ilustrativa la distribución de los diferentes puestos dentro de la empresa como se muestra en la figura número 1.

Figura 1. Organigrama de la empresa



Fuente: Área de personal de la empresa.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, DE EQUIPO DE CUARTO DE MAQUINAS Y SERVICIOS GENERALES

2.1. Diagnóstico de la situación actual

A continuación, se describe la situación actual de la empresa mediante el diagnóstico realizado con herramientas de ingeniería para mejorarla.

El análisis FODA que se desarrolla a continuación se basa en el área de mantenimiento de la planta de producción de la empresa. Se realizaron entrevistas no estructuradas con los jefes de mecánicos, los técnicos mecánicos, técnicos de empresas externas para recolectar información que, luego se analizó. También se revisaron bitácoras de los equipos, se visitó diariamente cada maquinaria para observar su funcionamiento. Se hizo un recuento de manuales de maquinarias y se obtuvo información en internet. En el análisis de los factores externos, se consideraron factores de cambios tecnológicos, acciones gubernamentales, factores culturales y sociales, factores de mercado y competencia. Mientras las internas se tomaron en consideración factores que se relacionan directamente con la empresa.

2.1.1. Análisis FODA

Fortalezas

- Deseo de mejora continua por ser una empresa en constante crecimiento y con la visión de transformar la industria de la panificación y expandir su liderazgo global.

- La estabilidad laboral con la que cuentan los colaboradores dentro de la empresa ya que poseen una trayectoria larga en ella, asegurando estabilidad laboral y capacitación constante. Esto se vuelve a una fortaleza porque los técnicos conocen las máquinas y sus fallas.
- Equipos estandarizados con el objetivo de minimizar stocks de repuestos y facilitar sus tareas para mejorar en todo momento los procesos que se realizan.
- Apoyo de alta gerencia respaldando la filosofía de la empresa que es clara y desde los altos mandos se ve fundamentado el apoyo para la elaboración de proyectos que ayuden al logro de su visión.

Oportunidades

- Nueva tecnología en equipos y herramientas que con el desarrollo tecnológico cada día ayudan a mejorar el funcionamiento de las maquinarias.
- Disponibilidad de proveedores en el mercado de empresas que prestan todo tipo de servicios complementarios.
Los tratados comerciales entre países de primer mundo con Guatemala han abierto la puerta para el ingreso de proveedores con los que no se contaba antes. Mejorando los tiempos de adquisición de repuestos.

Debilidades

- Falta de lineamientos en ejecución del plan de mantenimiento es una de las debilidades más grandes dentro del plan de mantenimiento preventivo. No existe una guía que aclare el camino a una exitosa ejecución del mismo.
- En el área de producción existen equipos que tienen mucho tiempo de uso lo cual aumenta la probabilidad de fallos, y una baja en la eficiencia de la

empresa. Aunque la empresa está en constante cambio, existen aún equipos que necesitan un reemplazo.

- Adherido a la falta de lineamientos claros en la ejecución de los planes de mantenimiento, también existe un pobre control en la elaboración de los planes de mantenimiento dentro de la empresa.
- Equipos modificados de su estado original. Durante el crecimiento de la empresa, las líneas de producción han cambiado, muchos equipos ya no cumplen la misma función de cuando fueron adquiridos. Por eso, los manuales originales son obsoletos puesto que los historiales de las máquinas han propiciado muchas modificaciones.

Amenazas

- El problema que enfrenta el área de mantenimiento es que muchos de los repuestos de equipos y máquinas se deben importar y el tiempo de recepción es variable.
- Variabilidad de costos y existencia de repuestos necesarios para la ejecución de los mantenimientos.
- Competidores certificados son una amenaza en el país. Las empresas desean certificarse en distintos temas para obligarse mantenerse en la vanguardia.

Tabla I. **FODA**

FORTALEZAS (F)	OPORTUNIDADES (O)
<ul style="list-style-type: none"> • Deseo de mejora continua dentro de la empresa. • Estabilidad laboral. • Equipos estandarizados. • Herramientas adecuadas. • Apoyo de alta gerencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Nueva tecnología en equipos y herramientas. • Disponibilidad de proveedores. • Tratados comerciales.
DEBILIDADES (D)	AMENAZAS (A)
<ul style="list-style-type: none"> • Falta de lineamientos en ejecución del plan de mantenimiento. • Equipos muy antiguos. • Escaso control del mantenimiento. • Falta de un adecuado stock de repuestos. • Equipos modificados de su estado original. 	<ul style="list-style-type: none"> • Repuestos fuera del país. • Variabilidad de costos y existencia de repuestos. • Competidores certificados.

Fuente: elaboración propia.

Luego de determinadas las fortalezas, oportunidades, fortalezas y amenazas como se resumen en la tabla I, se realizó un ejercicio de mayor concentración donde se determinan las estrategias, buscando que estas enriquezcan y disminuyan los factores encontrados en el FODA. (Ver tabla II)

Tabla II. **Matriz FODA**

	FACTORES INTERNOS	FORTALEZAS					DEBILIDADES				
FACTORES EXTERNOS		Deseo de mejora continua dentro de la empresa	Estabilidad laboral	Equipos estandarizados	Herramientas adecuadas	Apoyo de alta gerencia	Falta de lineamientos en ejecución del plan de mantenimiento	Equipos muy antiguos	Escaso control del mantenimiento	Falta de un adecuado stock de repuestos	Equipos modificados de su estado original
OPORTUNIDADES	Nueva tecnología en equipos y herramientas	<p>Se debe crear un plan de capacitación que incluya a colaboradores y proveedores.</p> <p>Con base en la nueva tecnología, se deben estandarizar y simplificar los procedimientos de mantenimiento.</p>					<p>Con la ayuda de una herramienta poder hacer eficiente la gestión de un plan de mantenimiento.</p> <p>Actualizar los equipos nuevos y tener un control de los trabajos que realizan tanto por personal de la empresa o terceras personas.</p>				
	Disponibilidad de proveedores										
	Especialización de técnicos										
	Tratados comerciales										
AMENAZAS	Repuestos fuera del país	<p>Se debe de buscar en todo momento manejar procedimientos claros para tener una gestión que atraiga clientes y proveedores.</p> <p>Se puede crear proyectos entre personal de diferentes áreas para poder potencializar el trabajo en equipo.</p>					<p>Se debe crear un sistema de kPI's que fomenten la responsabilidad e importancia de los planes de mantenimiento.</p> <p>Se debe tener un inventario de repuestos críticos de cada uno de los equipos, así como proveedores de emergencia.</p>				
	Variabilidad de costos y existencia de repuestos.										
	Competidores certificados										

Fuente: elaboración propia.

Se toman dos estrategias de las presentadas en la matriz anterior para beneficio de la producción y mejorarán los procesos en el plan de mantenimiento preventivo de la planta.

- Gestión de mantenimiento preventivo
- Actualización de plan de mantenimiento preventivo

2.2. Área de Mantenimiento

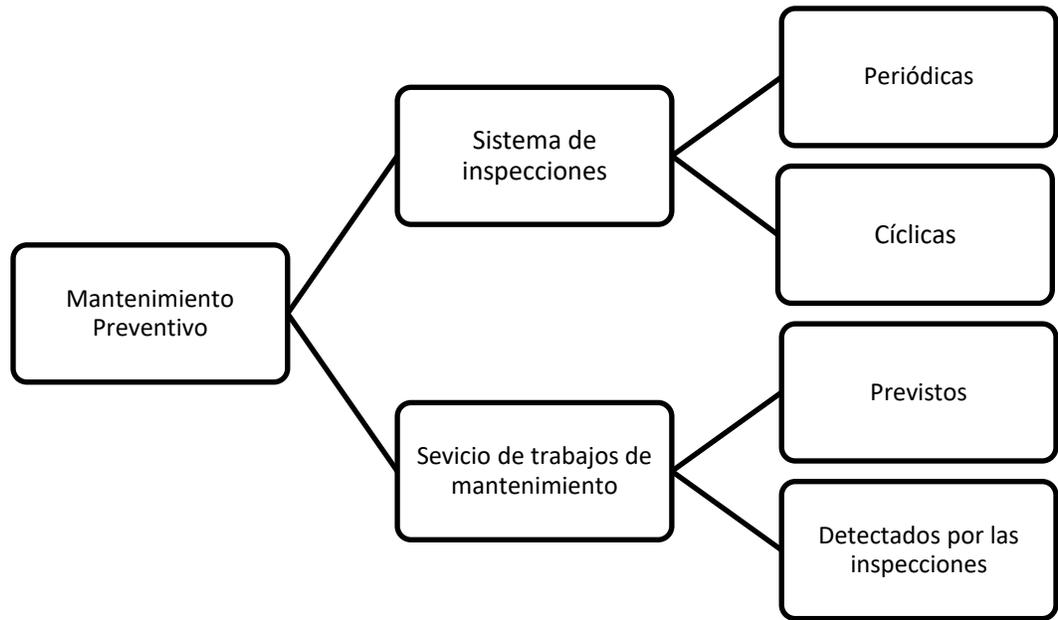
2.2.1. Esquema general del plan de mantenimiento preventivo actual

El objetivo principal del plan de mantenimiento preventivo es desarrollar oportunamente la programación, ejecución y medición del mantenimiento preventivo a maquinaria y equipo, para desarrollar procesos confiables y operaciones continuas dentro de la planta de producción en Guatemala.

La fiabilidad y la disponibilidad de los equipos y máquinas que forman la planta de producción dependen de su diseño y de la calidad de su montaje, de las buenas costumbres del personal que opera en las instalaciones y del mantenimiento que se realice dentro de la planta.

La figura 2, presenta un esquema basado en los trabajos que realiza el personal de mantenimiento, y luego se desglosa a detalle las rutinas que se realizan.

Figura 2. **Esquema general de mantenimiento preventivo actual**



Fuente: elaboración propia.

El plan de mantenimiento incluye dos ramas: los sistemas de inspecciones y los servicios de trabajos de mantenimiento. Las inspecciones son los trabajos o rutinas de observación a los equipos para encontrar fallos, fugas, derrames o para verificar el funcionamiento correcto de cada equipo. Las inspecciones se dividen en dos tipos las periódicas y las cíclicas.

Las inspecciones periódicas que se realizan son las rutinas de operación del cuarto de máquinas y las rutinas de inspección de seguridades de sistemas de combustión.

- Rutina de operación: se realiza diariamente, son actividades para mantener la maquinaria y equipo en buenas condiciones de operación y servicio.

- Rutina de operación de cuarto de máquinas: actividades diarias encaminadas a mantener en buenas condiciones de operación y servicio los equipos del área de cuarto de máquinas.
- Rutina de inspecciones de seguridades de sistemas de combustión: se realiza cada quince días cuando los equipos no están produciendo y tiene como objetivo verificar que todos los sistemas de seguridades funcionen para evitar daños a los operarios.

Las inspecciones cíclicas que se realizan son las rutinas de arranque, rutinas de paro, que se realizan después de finalizar un ciclo de producción que generalmente es de una semana.

- Rutina de arranque: cada semana el personal de producción entrega la maquinaria y equipo para que mantenimiento realice las actividades que necesite llevar a cabo los días viernes o sábados. Al finalizar el trabajo de mantenimiento el equipo de mecánicos realiza esta rutina para asegurar el buen funcionamiento de los equipos al momento de arrancar nuevamente.
- Rutina de paro: esta rutina se realiza cada semana cuando se para la producción. Su finalidad es asegurarse de que los equipos han parado correctamente, evitando desperdicios de energía y accidentes.

Los servicios de mantenimiento preventivo son importantes dentro del plan de mantenimiento. Se dividen en servicios planificados que forman parte del programa de mantenimiento preventivo y los servicios que surgen de las inspecciones realizadas.

- Rutina de servicio detectado por las inspecciones: se realiza en frecuencias no establecidas y su objetivo es solucionar las necesidades específicas de mantenimiento.
- Servicios previstos: se realizan según un programa de rutinas de mantenimiento a lo largo del año de producción.

2.2.2. Cuarto de máquinas y servicios generales

Son áreas exclusivas donde se encuentran las maquinarias que proveen servicios generales a la planta de producción, pero que se encuentran aislados por el tipo de maquinaria que contienen.

2.2.3. Maquinaria y equipo

Se presenta la descripción de los equipos que pertenecen a los cuartos de máquinas, su funcionamiento, características así como el análisis de su condición actual dentro de la empresa.

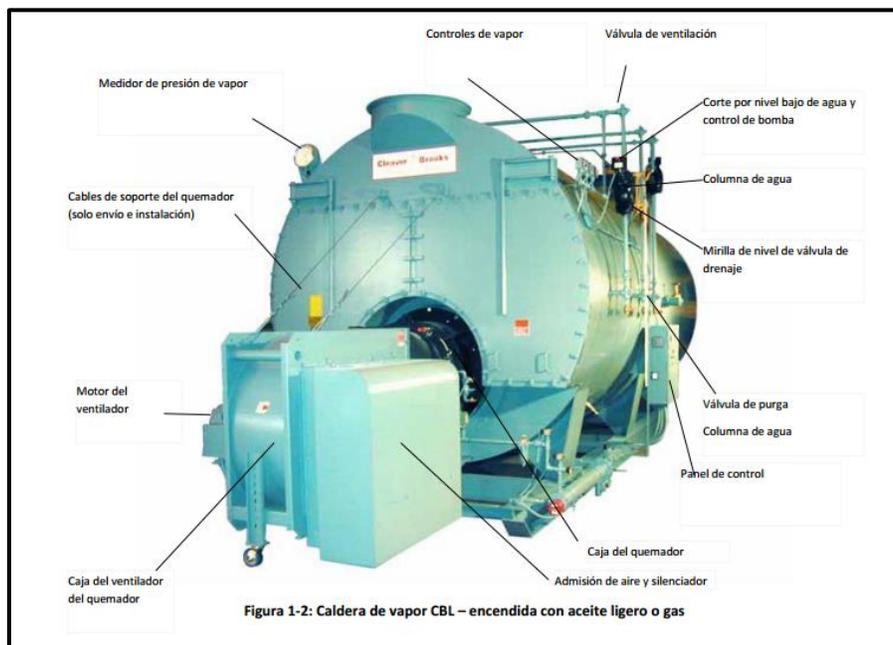
- Calderas

La empresa cuenta con dos calderas pirotubulares de alta o baja presión de 125 Hp cada una. Una caldera pirotubular es un contenedor cilíndrico con tubos horizontales que cruzan y se conectan a las placas tubulares frontal y trasera. El contenedor almacena el agua y absorbe la energía generada por la flama. Las puertas frontal y trasera proveen el hermetismo necesario para contener los gases de combustión calientes. Dentro de las puertas se tienen diseñados deflectores para redireccionar los gases de combustión a través de distintos pasajes pirotubulares. La flama se origina en el horno. Conforme los gases de combustión bajan a través del horno y a través de los canales pirotubulares, el

calor de la flama y gases de combustión se transfiere al agua. La energía transferida se convierte en el vapor o agua caliente que se requiere. El propósito principal de la caldera es proveer energía a las operaciones de la empresa.

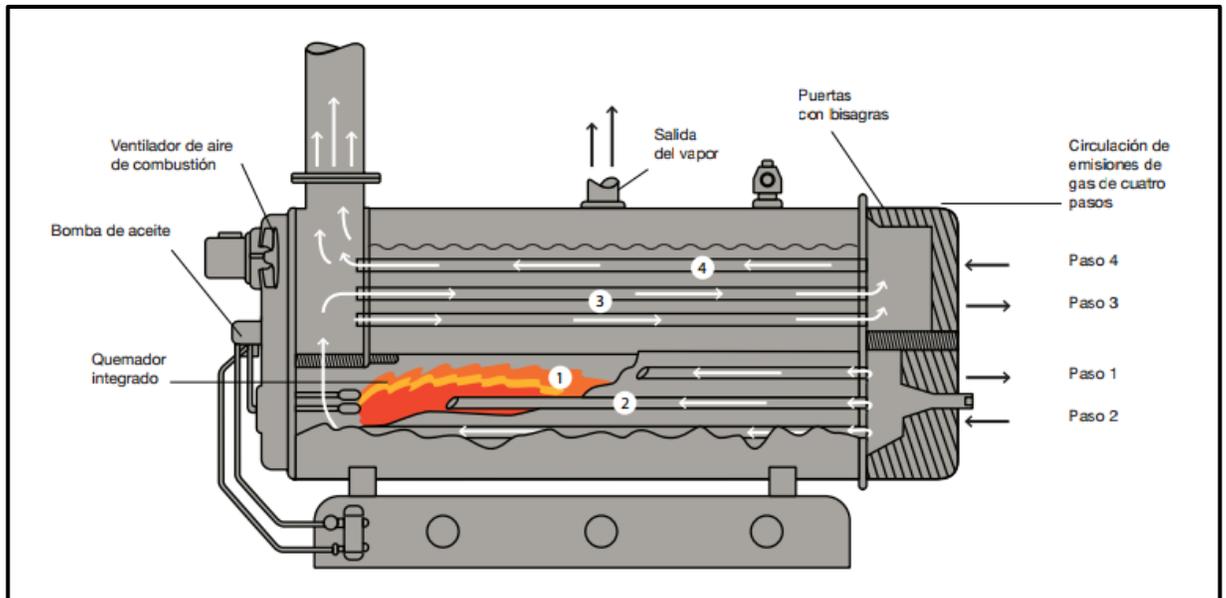
La caldera “CB” es una caldera pirotubular de construcción de acero soldado y consiste de un recipiente de presión, quemador, controles del quemador, ventilados de tiro forzado, compuerta de aire, bomba de aire, refractario y componentes relacionados. En la figura 3 se presenta la estructura y en la figura 4 la estructura interna.

Figura 3. Estructura de una caldera



Fuente: *Manual Caldera Cleaver Brooks.*

Figura 4. Estructura interna de una caldera



Fuente: *Manual calderas Cleaver Brooks.*

La empresa cuenta con calderas que han permanecido durante 15 años a su servicio. Una de ella, funcionó en una planta con anterioridad, sin embargo, aun cuentan con larga vida útil si el mantenimiento es adecuado. Las calderas funcionan de manera que, mientras una funciona, la otra recibe mantenimiento.

- Compresores de aire

El compresor de tornillo es una máquina que, por medio de dos tornillos (hembra y macho) comprime el aire. Empiezan con el motor que transmite energía mecánica a la caja o depósito del compresor a través de una polea. Al momento que los tornillos empiezan a girar, crean una succión por la toma de aire mientras va aumentando la presión del mismo a través de las cavidades.

El funcionamiento se resume de la siguiente manera:

- El aire es succionado en el compresor por dos tornillos de bloqueo.

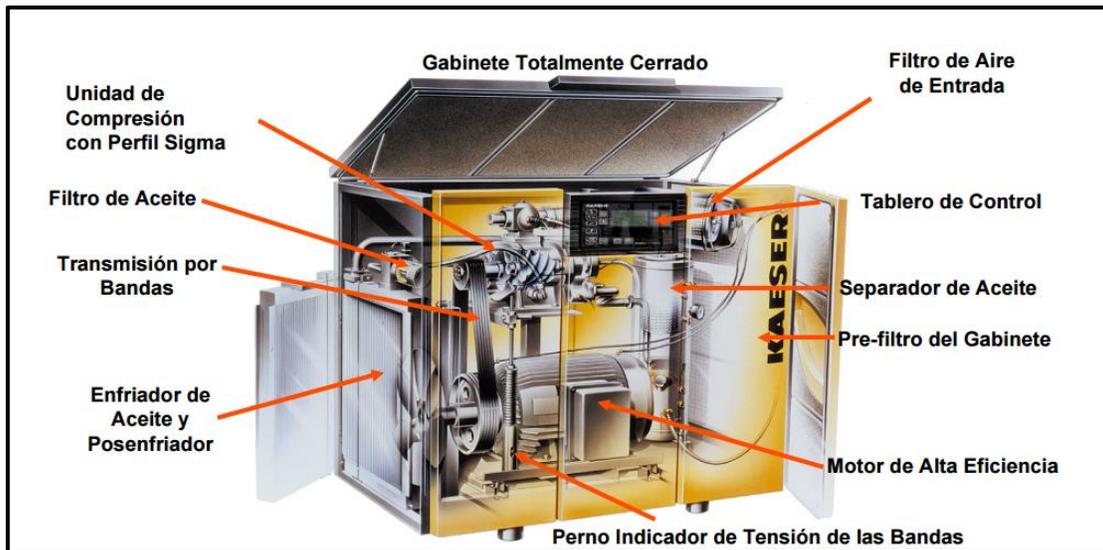
- El aire es enviado al tanque de almacenamiento.
- Se llena el interior del compresor creado por lóbulos (macho) y alvéolos (hembra).
- Una vez almacenado genera calor.
- Se genera energía de flujo para aumentar la presión de fluidos como gases y vapores.

Las partes de un compresor de aire de tornillo son:

- Engranaje de sincronización: los tornillos no se encuentran en contacto, este engranaje es el responsable de que ambos tornillos giren en el sentido correspondiente.
- Rodamiento del rotor: encargado del eje principal del rotor.
- Rotor hembra: formado por espacios llamado alvéolos.
- Empaques: no permite que algún fluido salga por el compresor.
- Piñón: responsable del movimiento del sistema.
- Canal refrigerante: se encarga de mantener la temperatura estable.
- Rotor macho: formado por lóbulos.
- Orificio de ventilación: trabaja en equipo con el canal refrigerante con el mismo objetivo.
- Puerto de salida: permite la salida de fluidos.
- Orificio de drenaje: permite la salida de fluidos de la cámara compresora.

La figura 5 muestra la estructura de un compresor de aire.

Figura 5. Estructura compresor de aire



Fuente: *Catálogo compresores Kaeser.*

El aire comprimido dentro de la planta lo producen tres compresores de aire de 50 Hp, 60 Hp y 100 Hp, estos funcionan en cadena según la capacidad que es requerida para la producción de la planta.

Contar con compresores de aire de nueva tecnología facilita su mantenimiento preventivo, porque son de fácil acceso para su limpieza, el nivel de aceite es mínimo comparado con otros compresores, su refrigeración es controlada por sonda.

- Compresores de refrigeración

Un ciclo de refrigeración ideal por compresión de vapor se comporta como se muestra en el diagrama entalpia- presión del refrigerante indicado, en el cual

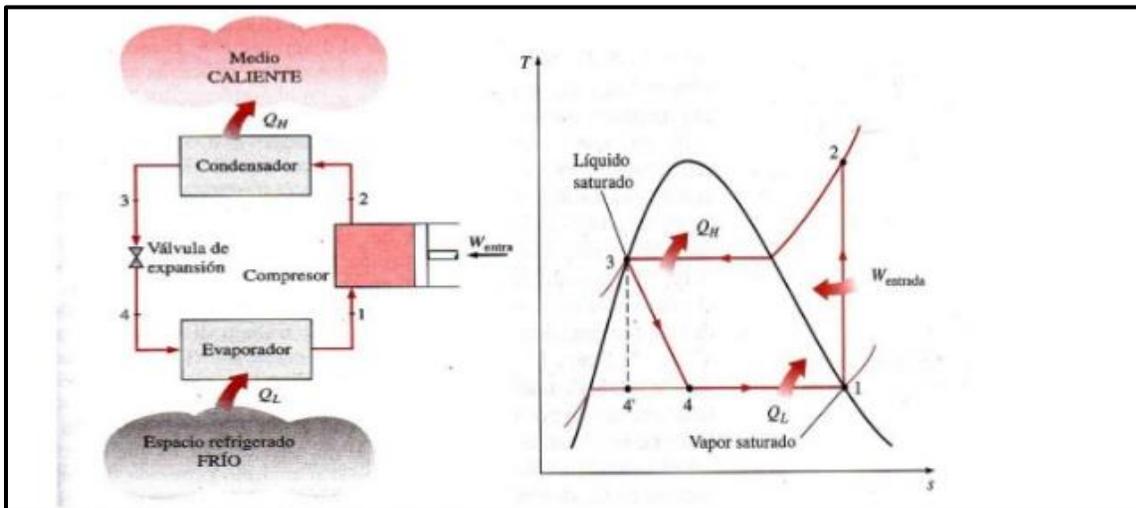
se indica la lubricación de cada proceso. El ciclo consiste en cuatro procesos identificados como A-B, B-C, C-D y D-A, mostrados en la tabla III y figura 6.

Tabla III. **Ciclo de refrigeración ideal**

Línea	Proceso Termodinámico	Equipo donde ocurre
A-B	Entalpía constante	Dispositivo de control de flujo (válvula de expansión termostática)
B-C	Presión constante	Evaporador
C-D	Entropía constante	Compresor
D-A	Presión constante	Condensador

Fuente: Cengel. Yunus. Termodinámica.

Figura 6. **Ciclo de refrigeración simple**



Fuente: Cengel. Yunus. Termodinámica.

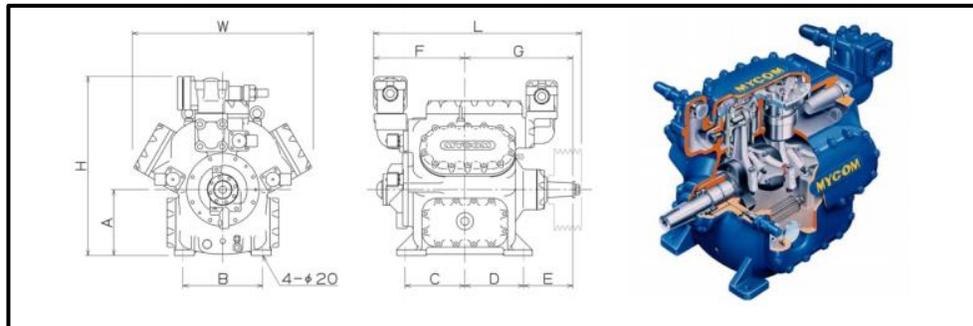
Entre los compresores recíprocos, usados se pueden mencionar:

- Compresores abiertos
- Compresores herméticos
- Compresores semiherméticos

Los compresores abiertos se construyen con un mínimo de 2 a 4 cilindros, los cuales son accionados por correas o por un acoplamiento directo a un motor

eléctrico de gran capacidad o a un motor de combustión interna. La figura 7 muestra la estructura de un compresor de refrigeración mycom.

Figura 7. **Estructura de un compresor**



Fuente: <http://wp.antilhue.com/catalogos-mycom-serie-a-y-wa-mycom-serie-b-y-wb/>

En la figura 7, vemos un compresor abierto, compuesto de cuatro cilindros. En cada lado de la carcasa se ubican dos en forma lineal y entre ellos una disposición en V. Este compresor se acciona por una polea que tiene la función de volante, haciendo que el movimiento del compresor sea lo más continuo por las fluctuaciones que este genera en su movimiento recíprocante.

Los condensadores y los evaporadores son intercambiadores de calor. El calor absorbido del gas refrigerante que sale del evaporador es comprimido haciendo que este se condense a líquido sobre calentado, cuyo calor se quiere transferir a un medio más frío como el agua o el aire por medio de los serpentines del condensador, llevándolo a la temperatura de saturación.

Después, el refrigerante sigue enfriándose para remover el calor latente absorbido por el evaporador, comprimiendo gradualmente hasta que este salga en estado líquido saturado a su presión y temperatura de condensación.

Los evaporadores son el medio por el cual el refrigerante absorbe el calor latente del recinto disminuyendo la temperatura, según la aplicación, existe una variedad de formas y disposiciones de evaporadores.

La capacidad de los cuatro sistemas de refrigeración con los que cuenta la planta es de 30, 15, 15 y 40Hp. Estos compresores tienen diferente tiempo de estar funcionando en la empresa, pero el menor cuenta con 10 años de funcionamiento. Estos forman el sistema de refrigeración de la planta y ninguno es sustituto de otro. Entonces es importante que su funcionamiento sea correcto durante las horas de producción. Actualmente, el mantenimiento lo llevan a cabo empresas externas. Por ello, la propuesta es que el personal calificado de la empresa lo pueda realizar.

2.2.4. Distribución de los equipos y maquinaria industrial

Existen tres cuartos de máquinas en la empresa.

- Cuarto de máquinas 1

En el primero y también se le llama cuarto de máquinas uno o cuarto caliente. En él se encuentra la maquinaria que proporciona vapor a toda la planta de producción. Cuenta con dos calderas de tipo pirotubular, un sistema calentador de agua, un tanque de condensados, una subestación eléctrica y una planta de emergencia.

La tabla IV contiene la descripción de las máquinas y equipos que integran el cuarto de máquinas 1 y la capacidad de las maquinarias. Estos forman parte actualmente del plan de mantenimiento.

Tabla IV. **Equipos y máquinas cuarto de máquinas 1**

	Equipo	Capacidad	Forma parte del plan de mantenimiento preventivo actual
1	Caldera No. 1	125 HP	No
2	Caldera No. 2	125 HP	No
3	Tanque de condensados		Si
4	Planta de emergencia	440 V	No
5	Subestación eléctrica	24000 KVA	No
6	Tablero eléctrico		SI
7	Calentador de agua		SI

Fuente: elaboración propia.

- Cuarto de máquinas 2

El segundo cuarto de máquinas también se llama cuarto de bombas o cuarto de máquinas dos. En él encuentran las máquinas y equipos que proporcionan el aire comprimido a todo el equipo neumático de la planta de producción. Cuenta con tres compresores de aire de tornillo, un equipo contra incendios y un juego de bombas que distribuyen el agua que se utiliza para la producción en toda la planta.

La tabla V contiene la descripción de las máquinas y equipos que integran el cuarto de máquinas 2, así como la capacidad de las maquinarias y si estos forman parte actualmente del plan de mantenimiento.

Tabla V. **Equipos y máquinas de cuarto de máquinas 2**

	Equipo	Capacidad	Forma parte del plan de mantenimiento preventivo actual
	Compresor de Aire No. 1	50 HP	No
	Compresor de aire No. 2	60 HP	No
	Compresor de aire No. 3	100 HP	No
	Secador de aire No. 1		No
	Secador de aire No. 2		Si
	Equipo red contra incendios		SI
	Sistema de hidrantes y bombas de agua		SI

Fuente: elaboración propia

- Cuarto de máquinas 3

En el tercer cuarto de máquinas, también llamado cuarto frío o cuarto de máquinas 3, se encuentran cuatro equipos de refrigeración que atienden las necesidades de los equipos de producción de toda la planta y la subestación eléctrica 2 y la planta de emergencia 2.

La distribución de equipos dentro de los cuartos de máquinas de la empresa está definida de la siguiente manera:

La tabla VI contiene la descripción de las máquinas y equipos que integran el cuarto de máquinas 3, la capacidad de las maquinarias y si estos forman parte actualmente del plan de mantenimiento.

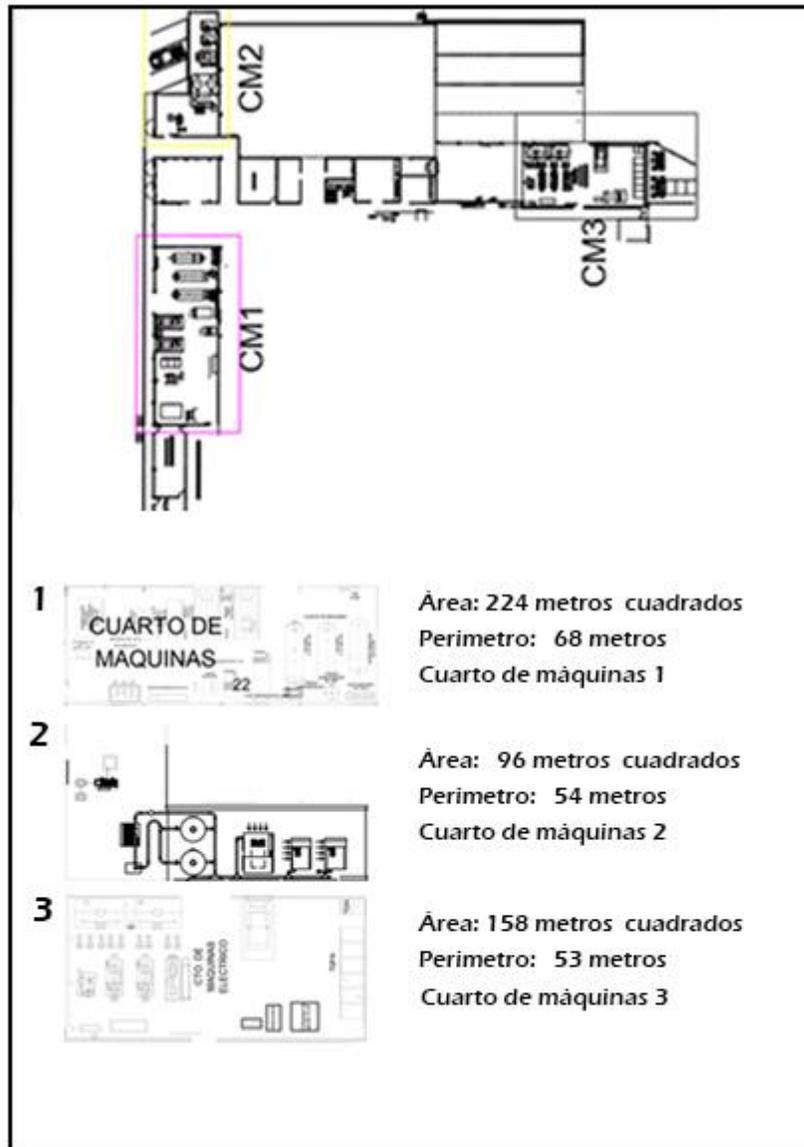
Tabla VI. **Equipos y máquinas de cuarto de máquinas 3**

	Equipo	Capacidad	Forma parte del plan de mantenimiento preventivo actual
	Compresor de refrigeración No. 1		No
	Compresor de refrigeración No. 2		No
	Compresor de refrigeración No. 3		No
	Compresor de refrigeración No. 4		No
	Subestación eléctrica No. 2	1259 KVA	Si
	Planta de emergencia No. 2	440 V	Si

Fuente: elaboración propia.

En la figura 8, muestra cómo se encuentran ubicados los cuartos de máquinas dentro de la planta, que cuentan con una distribución estratégica según los servicios elementales para funcionamiento de la planta de producción, energía eléctrica, sistema de vapor, sistema de aire comprimido y sistema de refrigeración.

Figura 8. **Ubicación de cuartos de máquinas**



Fuente: Plano general de la empresa.

Las instalaciones de la empresa forman parte de los servicios generales de la empresa, la empresa cuenta con dos sub estaciones eléctricas, que suministran la energía a toda la planta de producción.

Dos tanques de gas distribuyen el combustible de hornos, calderas en toda la planta de producción su área es restringida y sus tuberías están debidamente identificadas y pintadas de color amarillo como lo establecen los reglamentos de seguridad.

El agua para la producción se obtiene de dos pozos de la empresa y un sistema de dosificación que permanece restringido al personal para evitar actos de terrorismo y contaminación del agua. El análisis de agua se realiza periódicamente.

Las plantas de emergencia y el equipo contra incendios de la planta funcionan por medio de una cisterna de diésel. Esta cisterna cuenta con tubería e hidrantes a lo largo de la empresa identificados debidamente.

Para que funcionen las líneas de producción existen las maquinarias encargadas de proveer de vapor a toda la planta de producción, el equipo encargado de proveer aire comprimido al sistema neumático de la planta de producción y el equipo de refrigeración, estos servicios serán desarrollados a detalle a lo largo del capítulo.

2.2.5. Procedimientos de mantenimiento aplicados actualmente a la maquinaria

La empresa, actualmente, tiene un plan de mantenimiento preventivo. Lo desarrollan técnicos de la planilla de la empresa. Sin embargo, empresas de mantenimiento externas llevan a cabo muchas actividades.

El mantenimiento de emergencia para 2 calderas, 3 compresores de aire, 2 secadores de aire, 1 tanque de condensados, 3 compresores de refrigeración,

2 plantas lo realiza el equipo de mecánicos del cuarto de máquinas y servicios generales de la empresa. Este se centra en actividades periódicas, rutinas de operación, rutinas de inspecciones de seguridades de sistemas de combustión, rutinas de arranque y de paro. Esto para las siguientes maquinarias.

Empresas de mantenimiento externo realizan los servicios mayores y menores de mantenimiento preventivo de los equipos mencionados debido a que el perfil de los técnicos de mantenimiento impide que se realicen dentro de la empresa.

Existe un procedimiento establecido que se presenta en la figura 9 para cada una de las actividades de mantenimiento que realiza el equipo de mantenimiento de la empresa. Uno de los objetivos de este trabajo de graduación es proponer mejoras al procedimiento actual, actualizar los equipos que no forman parte actual de plan de mantenimiento y presentar la propuesta para que disminuya, de forma gradual, el mantenimiento que brindan las empresas externas y crezca la profesionalización del personal técnico de la empresa. De esta manera se reducen costos por contratación y disminuyen las horas de ocio del personal.

Figura 9. Procedimiento mantenimiento preventivo actual

			Página 1 de 3
	PROCEDIMIENTO	Código:	LJUU0997
PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	No. De Revisión	5	
Departamento Responsable: Mantenimiento	Fecha de revisión:	09/01/2015	

1. Objetivo y Campo de Aplicación

Este Procedimiento está destinado para la programación, ejecución y medición del Mantenimiento Preventivo a Maquinaria y Equipo que permita desarrollar procesos confiables y operaciones continuas en la planta de producción de la empresa. Este procedimiento aplica para Programación del Mantenimiento preventivo de toda la maquinaria y Equipo, Lubricación de los equipos y Rutinas.

2. Definiciones

2.1 Rutinas: las rutinas son actividades con frecuencias cortas que atienden necesidades específicas del mantenimiento preventivo.

2.2 Lubricación: Son actividades de cambio de aceite o engrase de maquinaria y equipo, todas las actividades de lubricación, neumática o grafitada se registran en el formato de **Control de Lubricación**.

2.3 Lubricación Neumática: Son actividades de graduación y nivelación de aceite a las unidades de mantenimiento neumáticas para la lubricación de pistones neumáticos.

2.4 Lubricación Grafitada: Son actividades de lubricación para cadenas y elementos de transmisión de hornos.

3. Responsabilidades

3.1 Es responsabilidad de los Jefes de Mantenimiento la elaboración del programa de mantenimiento preventivo.

3.2 Es responsabilidad de los Maestros y Mecánicos de Mantenimientos la ejecución del programa de mantenimiento preventivo con el fin de garantizar el buen funcionamiento de los equipos.

3.3 Es responsabilidad del Gerente de Mantenimiento la aprobación del programa de mantenimiento preventivo.

4. Desarrollo del Procedimiento

4.1 Programa Anual de Mantenimiento Preventivo.

4.1.1 Existe un programa calendarizado del Mantenimiento Preventivo para cada línea o área del Departamento de Producción y Servicios Generales, cuyo formato general es el **Programa Anual de Mantenimiento Preventivo** en el cual se incluye la maquinaria y/o equipo para su mantenimiento.

Documento Propiedad de la empresa Guatemala

Continuación figura 9.

			Página 2 de 3
	PROCEDIMIENTO	Código:	LJJO0997
PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO		No. De Revisión	5
Departamento Responsable: Mantenimiento		Fecha de revisión:	09/01/2015
<p>4.1.2 Cada seis meses el jefe de mecánicos revisa el Programa Anual de Mantenimiento Preventivo para ajustar las frecuencias de las actividades en base a efectividad del mantenimiento preventivo en el periodo anterior, la cual se mide por las fallas mecánicas ocurridas y el tiempo de Operación diaria de los equipos. Una vez revisado el Programa Anual de Mantenimiento Preventivo el jefe de mecánicos notifica por escrito al responsable de mantenimiento los cambios hechos al Programa Anual de Mantenimiento Preventivo.</p> <p>4.1.3 Al inicio de cada semana el jefe de mecánicos y/o maestro mecánico de la línea, consulta el Programa Anual de Mantenimiento Preventivo, del área correspondiente, se extrae e imprimen la lista con los nombres de los equipos a los que les corresponde Mantenimiento Preventivo.</p> <p>4.1.4 El jefe de mecánicos y/o maestro mecánico prioriza las actividades y asigna al mecánico de la línea quien realizara la actividad, imprime los Formatos de Inspección de Mantenimiento Preventivo de los equipos a inspeccionar, dichos formatos contienen la lista de las actividades que se deberán realizar para la ejecución del mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo.</p> <p>4.1.5 El jefe de mecánicos revisará diariamente el programa de mantenimiento preventivo para trasladar todas las actividades ya realizadas al historial de trabajos terminados. El jefe de mecánicos y/o maestro de mecánicos asigna diariamente los trabajos resultantes nuevos como una orden de trabajo Derivada. Las fuentes de estos nuevos trabajos pueden ser Mantenimientos Preventivos, Rutinas, Avisos, Hallazgos de auditoría Interna de Seguridad Alimentaria, etc.</p> <p>4.1.6 Los avisos a mantenimiento de otros departamentos se canalizan por medio del Formato de Avisos, en este caso la persona que lo recibe (Jefe de mecánicos y/o Mecánico), si puede realizar el trabajo lo ejecuta y da por terminado, si no se puede realizar el trabajo se programa para que se realice en el paro más próximo, con todos los datos para su ejecución: Origen, Línea, Maquina, Trabajo (se describirá brevemente el trabajo a realizar), Fecha de Programación, Turno, Realizo (a quien se le asigna el trabajo).</p> <p>4.1.7 El jefe de mecánicos y/o mecánico de la línea revisa las actividades que le fueron asignadas, asegurándose de contar con los formatos, Documentos de Referencia, cuando aplique ya que algunas actividades son de orden de comunicación y/o observaciones en línea. El jefe de mecánicos y/o mecánico al que se le asigno la actividad, si es necesario revisa en el almacén la existencia de material y/o refacciones requeridas y en caso contrario emite oportunamente la requisición de materiales y servicios requeridos al almacén.</p> <p>4.1.8 El jefe de mecánicos y/o mecánico termina las actividades asignadas al mantenimiento; si hay trabajos pendientes por falta de repuestos, se debe notificar con los recursos necesarios para solucionar los trabajos pendientes en la oportunidad más próxima. Para la ejecución del mantenimiento preventivo el mecánico puede apoyarse en los manuales de maquinaria y equipo en caso de información adicional.</p>			
Documento Propiedad de la empresa Guatemala			

Continuación figura 9.

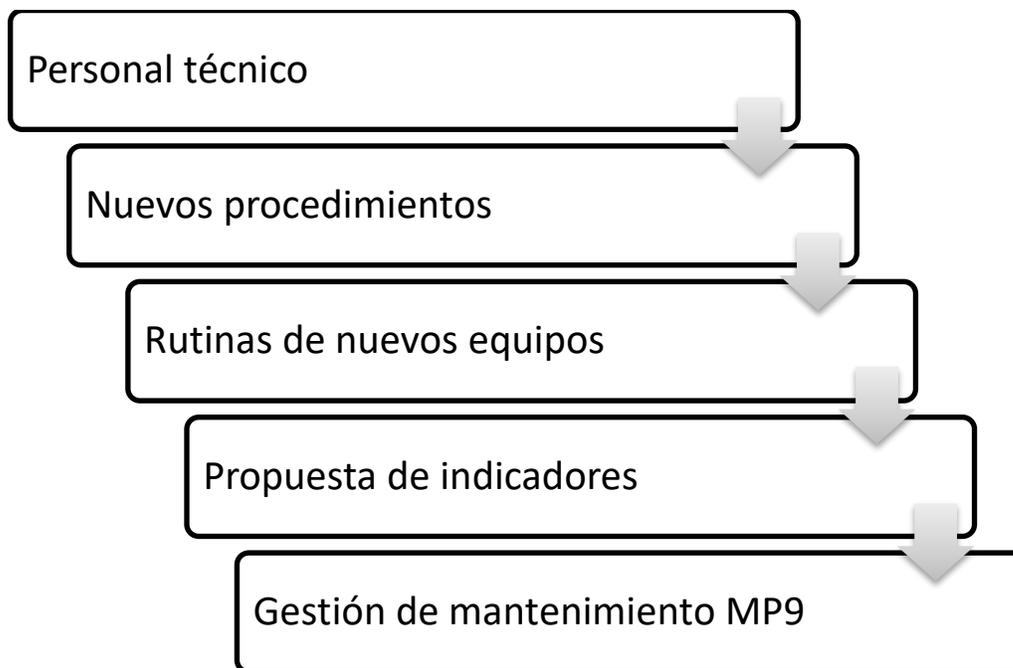
			Página 3 de 3
	PROCEDIMIENTO	Código:	LJUO0997
PROCEDIMIENTO PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO		No. De Revisión	5
Departamento Responsable: Mantenimiento		Fecha de revisión:	09/01/2015
<p>4.1.9 Una vez que el jefe de mecánicos y/o mecánico, ha terminado su actividad de Mantenimiento Preventivo asignada se asegura que la maquinaria y el área queden limpias, sanitizadas, ordenadas, con sus guardas y mecanismos de seguridad instalados y funcionando.</p> <p>4.2 Registro de la Información:</p> <p>4.2.1 Toda la información relevante a la actividad asignada debe ser registrada en los formatos correspondientes, los pendientes de las Inspecciones y Rutinas. La actividad asignada se da por terminada una vez que se han entregado los formatos relacionados con la actividad asignada.</p> <p>4.2.2 Todos los registros después de terminadas las actividades deberán quedar archivados por 6 meses en su respectiva carpeta en la oficina de mantenimiento. Y conservadas durante 2 años en el archivo muerto.</p> <p>4.2.3 El jefe de mecánicos y/o maestro mecánico supervisa selectivamente las actividades realizadas, para verificar su correcta ejecución, revisando principalmente la calidad del trabajo y si este se dejó en las condiciones sanitarias requeridas para su uso.</p> <p>5. Con Copia</p> <p>Gerente de Mantenimiento Jefes de Mecánicos Administrador de documentos</p> <p>6. Control de Cambios: de versión 3 a 4</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Se elimina el apartado el 2.9 debido a que la limpieza es una actividad de Sanidad. ✓ Se cambia supervisor de capacitación por supervisor de gestión <p style="text-align: center;">FIN DEL DOCUMENTO</p>			
Elaboró:	Revisó:	Aprobó:	
Jefe de Mecánicos	Supervisor de Gestión	Gerente de Mantenimiento	
Documento Propiedad de la empresa Guatemala			

Fuente: Procedimientos de la empresa.

2.3. Actualización del plan mantenimiento preventivo de los equipos de cuarto de máquinas y servicios generales de la empresa

La actualización del plan de mantenimiento preventivo que se presenta en este capítulo se propone reforzar áreas del mantenimiento actual y desarrollar un nuevo modelo de gestión que fortalecerá el plan debido a que es parte de sus debilidades. En la figura 10 se presentan los puntos que enfocará la actualización del plan, los cuales se desarrollarán en el resto del capítulo.

Figura 10. **Puntos de enfoque de aporte para la actualización**



Fuente: elaboración propia.

2.3.1. Personal técnico del área de mantenimiento

Actualmente, tres técnicos se encargan del área de mantenimiento de los cuartos de máquinas y servicios generales. La actualización del plan propone que estas tres personas permanezcan y se agreguen tres plazas de técnico encargados de cuartos de máquinas.

De esta manera, a un mediano plazo se contará con tres técnicos especialistas en servicios generales y tres personas especialistas en cuarto de máquinas. Estas personas gozarán de la confianza necesaria para delegar en ellas los mantenimientos menores a la maquinaria. Con ello, la empresa obtendrá beneficios porque pondrá en práctica su filosofía de hacer crecer a los colaboradores en su ramo, disminuye costos por contratación de empresas externas y disminuye el tiempo ocio del personal con el que cuenta.

También, como parte de la actualización se propone la creación de un nuevo puesto para una persona que vele porque se realicen las actividades del mantenimiento preventivo. Además, se implementará el gestor MP9, encargado y responsable de crear mejoras para el crecimiento dentro de la empresa de los trabajos de mantenimiento predictivo. Esta persona también sería responsable de tener el control de los indicadores de mantenimiento y reportar a los jefes de mecánicos, las mediciones de los mismos.

- Descripción de puestos

En la tabla VII se describe, de manera detallada, estructurada, ordenada y sistemática, el descriptor del nuevo puesto de trabajo que se propone crear. Para este caso, se define que el perfil actual pertenece a un técnico mecánico de servicios generales y se propone un perfil nuevo que cubra las necesidades de

un técnico mecánico de cuarto de máquinas. Esto sirve de punto de partida para el diseño de otro tipo de herramientas más avanzadas que permitirán mejoras en la gestión del desarrollo del equipo humano. ES un documento que recopila la información obtenida por medio de análisis, quedando reflejado el contenido del puesto, así como las responsabilidades y deberes inherentes de los puestos.

- Competencias necesarias

Según la descripción del puesto, en la tabla VII se muestran las competencias necesarias para crear el perfil idóneo para cubrir las plazas dentro del departamento. Aquí se propone modificar las competencias de los técnicos actuales para mejorar el perfil con que se cuenta y poder contar un personal capacitado para servicios mayores dentro de la empresa.

- Perfil del puesto

Para crear el perfil del puesto que se plantea, se necesita tener bien definido el análisis del puesto descrito y las competencias necesarias para el mismo. Al finalizar la tabla VII, se presenta la descripción de puestos, las competencias necesarias y el perfil necesario para cubrir la plaza.

Tabla VII. **Descriptor de puesto, competencias necesarias y perfil**

Descripción, competencias y perfil el puesto		
técnico mecánico, cuarto de máquinas		
Datos generales		
Grupo: Técnicos	Puesto genérico: Técnico cuarto de máquinas	
Categoría: Mecánico	Nivel Tabular: 3	Número de plazas: 3
Fecha de elaboración: Febrero 2017		
Horario: Turnos rotativos de 8 horas.		
Reporta a: Jefe de mecánicos		

Continuación tabla VII.

Objetivos del puesto	
Llevar a cabo las actividades de mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo perteneciente a los cuartos de máquinas y servicios generales de la empresa.	
Relaciones operativas	
Internas y externas	
Funciones	
<p>Encargado de controlar el correcto funcionamiento de las maquinarias que prestan los servicios generales a la planta, vapor, refrigeración, aire comprimido, agua, energía. De cumplir con las actividades y rutinas de mantenimiento asignadas, rutinas de operación y encargado de notificar fallas existentes en los equipos o máquinas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar la rutina diaria de operación, arranque y control de maquinaria. • Realizar las rutinas de mantenimiento preventivo que le sean asignadas. • Realizar las rutinas de lubricación que le sean asignadas. • Verificar que no exista ningún fallo en las máquinas. • Reportar cualquier falla al jefe de mecánicos, a fin de tomar las medidas de corrección respectivas. • Completar correctamente los formatos que tengan bajo su responsabilidad. 	
Competencias del perfil	
Actitudes	
2.3.1.1.1.1 Iniciativa	2.3.1.1.1.5 Creatividad
2.3.1.1.1.2 Cooperación	2.3.1.1.1.6 Trabajo en equipo
2.3.1.1.1.3 Efectividad	2.3.1.1.1.7 Discrecionalidad
2.3.1.1.1.4 Responsabilidad	2.3.1.1.1.8 Institucionalidad
Destrezas	
<p>Manuales: Manejo y control de herramientas y equipo de mantenimiento. Mentales: Las que permitan atender instrucciones y desarrollar indicaciones inherentes al puesto.</p>	

Perfil	
Conocimientos	
Conocimientos básicos en mantenimiento y conservación de maquinarias industriales.	
Experiencia laboral / habilidades	
Si, experiencia de por lo menos 3 años como técnico de refrigeración, neumática y sistemas de vapor.	

Continuación tabla VII.

Escolaridad requerida			
Educación Básica	Educación Media	Educación Técnica	Educación Superior
Si	Si	Si	No
Capacitación			
Cursos: Si	Talleres: Si	Diplomados: No	Otros: No

Fuente: elaboración propia.

- Distribución de cargas de trabajo

La distribución de carga de trabajo para las tres nuevas personas encargadas directamente del cuarto de máquinas funcionará de la siguiente manera. Se le asigna a cada uno un cuarto de máquinas, pero es responsabilidad de los tres el buen funcionamiento de la maquinaria de la planta. La tabla VIII muestra cómo quedan distribuidos los equipos. También es responsabilidad de los tres técnicos de servicios generales colaborar con los trabajos que se realicen en los cuartos de máquinas.

Tabla VIII. **Distribución de cargas de trabajo**

Técnico Máquinas 1	Mecánico	Cuarto	de	Caldera No 1
				Caldera No 2
				Tanque de condensados
				Calentador de agua <i>easiheat</i>
				Equipo suavizador de agua
Técnico Máquinas 2	Mecánico	Cuarto	de	Compresor No 1
				Compresor No 2
				Compresor No. 3
				Secador No 1
				Secador No 2
Técnico Máquinas 3	Mecánico	Cuarto	de	Compresor de aire No 1
				Compresor de aire No 2
				Compresor de aire No 3
				Compresor de aire No 4

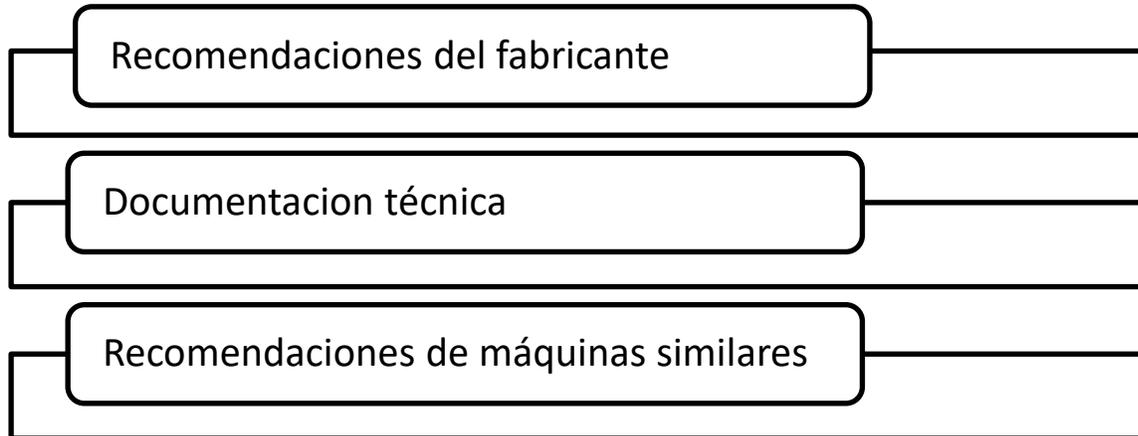
Fuente: elaboración propia

2.3.2. Fortalecimiento del procedimiento de mantenimiento preventivo

La actualización del programa de mantenimiento preventivo de los equipos de la planta de producción se enfoca en actualizar los equipos adquiridos recientemente así como otros que son realizados por empresas externas. El diseño actual tiene una programación de 6 meses para la mayoría de los equipos, la cual por la capacidad del personal con que se cuenta, es la más apropiada para el funcionamiento, siempre que esta se realice adecuada y puntualmente.

Para la creación de las rutinas de mantenimiento de las maquinarias agregadas se tomaron en cuenta varios factores que se detallan en la figura 11.

Figura 11. **Recursos técnicos para la creación de las rutinas**



Fuente: elaboración propia.

Para la creación de las rutinas de mantenimiento de los equipos nuevos se apegó a criterios especiales y fueron las recomendaciones del fabricante, documentación técnica y las recomendaciones de máquinas similares.

- Recomendaciones del fabricante: cuando se realizaron las rutinas lo primero que se hizo fue obtener información de los equipos y con esto se consultaron páginas de internet de los fabricantes de los mismos. En ellas se encontraron recomendaciones generales para el mantenimiento preventivo de las maquinarias. Esto no fue posible para todos los equipos, las recomendaciones del fabricante también se encontraron en manuales de las máquinas.
- Recomendaciones de otras máquinas: se presentó un problema en los compresores de refrigeración ya que no se cuenta con sus manuales. Se investigó en la empresa que actualmente lleva a cabo los mantenimientos de estos compresores, y se compararon con rutinas de equipos similares en otras plantas.

- Documentación técnica: se revisaron los historiales de fallas, bitácoras de mantenimiento de las calderas y compresores de refrigeración. La empresa cuenta con esta información debido al tiempo que tienen de funcionar. Se verificaron los manuales de los compresores de aire, revistas del proveedor y libros de mantenimiento en general.

Con las tres acciones anteriores se definieron los trabajos necesarios para obtener un buen mantenimiento y luego se desarrollaron las actividades de modo general para la buena realización de una rutina de mantenimiento preventivo.

2.3.3. Actividades a realizar antes y después de la ejecución de una rutina de mantenimiento preventivo

Se documentó un conjunto de actividades necesarias para llevar a cabo una rutina de mantenimiento preventivo correcto, tomando en cuenta varios aspectos que a continuación se detallan.

- Inspección interna y externa.
- Medidas de seguridad personal.
- Planificación, solicitud y seguimiento de remplazos.
- Ajuste y calibración y pruebas finales.
- Limpieza y revisión final.

Para cada uno de estos aspectos se crearon procedimientos o instructivos generales, estos pueden variar según el equipo al que se refiera pero refleja en general la actividad que debe realizarse en cada ejecución de rutina de mantenimiento.

Inspección interna y externa

Antes de ejecutar una rutina de mantenimiento preventivo se deben analizar las condiciones en las que se encuentran las máquinas. Es conveniente crear un informe preliminar enriquecido con fotografías, si es posible, para conocer fallas, fugas o cualquier inconveniente que presente un riesgo antes de realizada la rutina o después de ella.

Los pasos para realizar la inspección interna y externa son:

- Realizar una inspección a la bitácora del equipo para conocer sus últimos antecedentes.
- Verificar que los trabajos estén autorizados.
- Realizar una inspección integral externa e interna de la maquinaria, de ser necesario se deben tomar fotografías.
- Revisar que no existan fugas en tuberías o válvulas.
- Revisar que no esté en funcionamiento ninguna parte de la maquinaria.
- Determinar el equipo de protección personal necesario para la realización de las rutinas.

Medidas de seguridad personal

Antes de ejecutar una rutina de mantenimiento preventivo se deben estudiar los riesgos a los que se puede estar expuesto. Por ello que se definen los siguientes aspectos antes de iniciar la ejecución de una rutina de mantenimiento.

- Todos los trabajos de mantenimiento preventivo, deben ser planificados, considerando los riesgos como las seguridades con las que cuentan diseñadas cada una de las máquinas, de las herramientas y de los equipos de protección personal necesarios.

- Determinar el número de personas que intervendrán en las operaciones de mantenimiento y quienes serán, así como el tiempo aproximado de su realización.
- Establecer los sistemas de comunicación entre los trabajadores de mantenimiento y otras personas que estén involucrados en el funcionamiento de la maquinaria.
- Garantizar la seguridad del área de trabajo, utilizando candados, barreras o carteles para impedir el acceso a la zona de trabajo.
- Trabajar con firmeza a la planificación, respetando el plan de trabajo establecido aun cuando el “tiempo se agote” porque excederse respecto a las propias competencias podría derivar en un accidente. Ante una avería imprevista que interrumpa el proceso productivo.

Ajuste y calibración y pruebas finales

Al finalizar la ejecución de una rutina de mantenimiento preventivo es de suma importancia realizar el ajuste, calibración y pruebas de funcionamiento de las máquinas y equipos garantizando de esta manera los trabajos realizados.

- Al finalizar los trabajos de una rutina de mantenimiento preventivo, se debe realizar una revisión final de toda la maquinaria y verificar que todo esté en condiciones de correcto funcionamiento.
- Revisar los cables y borneras de los tableros eléctricos para verificar que todos estén apretados y en buen estado, así como verificar que queden limpios.
- Revisar que todas las guardas de seguridad estén colocadas y aseguradas debidamente.
- Asegurarse de que todos los motores estén conectados debidamente verificar que las válvulas de gas si existen estén abiertas como se encontraron.

- Verificar y apuntar el amperaje de los motores a los que se les hizo mantenimiento.
- Calibrar los equipos a su estado original y verificar la calibración.
- Notificar la finalización del mantenimiento a maestro de producción y llenar la orden de trabajo para darla por finalizada.

Procedimiento para la planificación, solicitud y seguimiento de remplazos. Uno de los aspectos que se deben tomar en cuenta en la ejecución de la rutina de mantenimiento es la planificación, solicitud y seguimiento de remplazos o repuestos. Para esto se desarrolló un procedimiento que detalle lo que se debe tener en cuenta para la buena anticipación de repuestos. El procedimiento se presenta en la figura 12.

Figura 12. Procedimiento para anticipación de refacciones

			Página 1 de 2
	PROCEDIMIENTO	Código:	
PROCEDIMIENTO PARA REFACCIONES Y CONSUMIBLES DE RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		No. De Revisión	1
Departamento Responsable: Mantenimiento		Fecha de revisión:	15/02/2017

1. Objetivo y Campo de Aplicación

El siguiente procedimiento enumera una serie de pasos y medidas necesarios para la correcta anticipación de refacciones y consumibles necesarios para la realización de una rutina de mantenimiento, que tiene como primordial objetivo minimizar los tiempos de paro de las maquinarias, garantizar una buena planificación de la rutina y asegurarse que existen las refacciones necesarias en el mantenimiento.

2. Definiciones

2.1 Refacciones: Un recambio, repuesto o refacción es una pieza que se utiliza para reemplazar las originales en máquinas que debido a su diario uso presentan desgaste.

2.2 Consumibles: Durante el mantenimiento se llama consumible a todas las necesidades materiales que se necesitan para su buena ejecución.

3. Responsabilidades

3.1 Es responsabilidad de los jefes de mecánicos el apoyo necesario para poder contar en el momento adecuado con los repuestos y consumibles necesarios.

3.2 Es responsabilidad del encargado de almacén y compras tener una eficiente gestión de repuestos para que estos estén disponibles cuando sean necesarios.

3.3 Es responsabilidad de los mecánicos realizar una efectiva planificación de los repuestos necesarios para el mantenimiento y solicitarlos con el tiempo adecuado.

4. Desarrollo del Documento

4.1 Planificar: Los mecánicos deben de planificar con suficiente tiempo lo necesario para llevar a cabo cada rutina.

4.2 Inspección: En una inspección previa se debe de verificar si ya existe un listado de refacciones y consumibles creado en rutinas anteriores y esto servirá de base para la planificación.

4.3 Solicitud: Con no menos de una semana de anticipación se debe de

Continuación de figura 12

			Página 2 de 2
	PROCEDIMIENTO	Código:	
PROCEDIMIENTO PARA REFACCIONES Y CONSUMIBLES DE RUTINAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		No. De Revisión	1
Departamento Responsable: Mantenimiento		Fecha de revisión:	15/02/2017
<p>verificar la existencia de repuestos en almacén y solicitarlos al encargado, los mis se debe realizar para los consumibles.</p> <p>4.4 Reemplazo: En la elaboración de mantenimiento se deben de realizar todo tipo de remplazos que sean necesarios apuntando en el formado de la orden de trabajo los reemplazos realizados con todos los detalles necesarios para asegurar que quede en el historial.</p> <p>4.5 Si no fue necesario realizar el remplazo se debe notificar en la orden de trabajo y en la bitácora del equipo para no perder el control.</p> <p>4.6 Cuando se cambian cojinetes es importante tener cuidado en su instalación para no dañarlos y que estos sufran un desgaste inadecuado.</p> <p>4.7 Es importante revisar cables de sistema eléctrico, borneras, estopas, termocoplas, esto verificando si no necesitan recambios.</p> <p>4.8 Dar de baja de almacén los equipos, repuestos y accesorios utilizados.</p> <p style="text-align: center;">FIN DEL PROCEDIMIENTO</p>			
Elaboró:	Revisó:	Aprobó:	
Jefe de Mecánicos	Supervisor de Gestión	Gerente de Mantenimiento.	

Fuente: elaboración propia.

2.4. Rutinas de mantenimiento

Las tareas de mantenimiento deben ordenarse por medio de rutinas ya que estas pueden coincidir en fechas y horas normalmente. Una programación calendarizada por maquina es indispensable para tal efecto ya que de esta manera se consolidan los mantenimientos de las máquinas o equipos en un solo formato de mantenimiento. Las rutinas son un detalle de las actividades que deben realizarse para poder llevar a cabo el mantenimiento de una máquina. Incluyen datos importantes como la fecha de ejecución, personal responsable de la ejecución así como de la supervisión. Es importante mencionar que las rutinas tienen un intervalo de tiempo de ejecución y esto dependerá del tipo de maquinaria que se trate.

Como resultado de la actualización del plan de mantenimiento se desarrollaron las rutinas de mantenimiento de los equipos:

caldera No. 1, caldera No. 2, (ver figura 13, 14, 15 y 16), compresor de aire No. 1, (figura), compresor de aire No. 2, compresor de aire No. 3, (ver figura 17, 18 y 19), compresor de refrigeración No. 1, compresor de refrigeración No. 2, compresor de refrigeración No. 3 y compresor de refrigeración No. 4, (ver figura 20), secador de aire No.1, secador de aire No. 2, (ver figura 21 y 22), calentador de agua easiheat, (ver figura 23) y tanque de condensados, (ver figura 24); estas rutinas deben tener un ciclo de mejora continua, cada vez que se vayan realizando.

Figura 13. Rutina semanal mantenimiento preventivo caldera No.1 y 2

BIMBO DE CENTROAMERICA, S.A		(clave ISO)
MANTENIMIENTO		(revisión ISO)
Orden de Trabajo	Folio:	000056
		
		del 14-feb-2017 al 20-feb-2017
Responsable:		
Revisó:	Maestro Mantenimiento	Fecha y hora de recepción de la OT:
Autorizó:	Jefe de mecánicos	Fecha y hora de devolución de la OT:
CALDERA NO 1 125 HP CLEAVER-BROOKS CB-700-125 MX-6877 {BCM00059}		
Localización: Cuarto de máquinas 3		
Prioridad: Alta		
Frecuencia: Semanal		
<ol style="list-style-type: none">1. Revise el nivel de agua de la caldera2. Revise visualmente la combustión3. Purgue la caldera4. Purgue la columna de agua5. Registre la presión/temperatura de agua de alimentación6. Registre la temperatura de gas de la chimenea7. Registre la presión y temperatura de aceite8. Registre la presión de gas9. Registre la presión de aire de automatización10. Registre las temperaturas de alimentación y retorno de agua de caldera11. Registre el uso de agua de compensación12. Registre la presión de vapor13. Busque condiciones, inusuales, ruidos, etc14. Trate el agua de acuerdo con el programa establecido.15. Revise que la valvula de gas este bien apretada16. Revise enlaces de aire de combustión17. Revise luces y alarmas indicadoras18. Revise controles de limite y operación19. Revise los controles de seguridad y bloqueo20. Busque fugas, ruidos, vibraciones, condiciones inusuales.		
Comentarios:		
<hr/> <hr/> <hr/>		

Figura 14. Rutina mensual mantenimiento preventivo caldera No.1 y 2

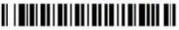
BIMBO DE CENTROAMERICA, S.A		(clave ISO)
MANTENIMIENTO		(revisión ISO)
Orden de Trabajo	Folio:	000056
		
		del 14-feb-2017 al 20-feb-2017
Responsable:		
Revisó:	Maestro Mantenimiento	Fecha y hora de recepción de la OT:
Autorizó:	Jefe de mecánicos	Fecha y hora de devolución de la OT:
CALDERA NO 1 125 HP CLEAVER-BROOKS CB-700-125 MX-6877 {BCM00059}		
Localización: Cuarto de máquinas 1		
Prioridad: Alta		
Frecuencia: Mensual		
<ol style="list-style-type: none">1. Revisión de boquillas del quemador2. Chequeo del quemador3. Combustión en el quemador4. Fugas de agua, vapor y gases de combustión5. Electrodo de ignición6. Fotocelda7. Aisladores de electrodos de ignición8. Cables de ignición9. Tubo de nivel de agua10. Revisión de prensaestopas11. Accesorios de tubería12. Limpieza del ventilador13. Capsulas de mercurio de McDonnell14. Válvulas en general15. Empaques y sellado hermético en el tanque de condensados16. Bridas y uniones en el sistema de tubería y accesorios tanque de condensados17. Revisión del nivel de combustible en el tanque principal y tanque de diario18. Revisión del porcentaje de gas existente en el tanque19. Revisión de empaques de bomba de alimentación de agua a la caldera		
Comentarios:		
<hr/> <hr/> <hr/>		

Figura 15. Rutina trimestral de mantenimiento preventivo calderas
No. 1 y 2

BIMBO DE CENTROAMERICA, S.A		(clave ISO)
MANTENIMIENTO		(revisión ISO)
Orden de Trabajo	Folio:	000056
		 del 14-feb-2017 al 20-feb-2017
Responsable:		
Revisó:	<small>Maestro Mantenimiento</small>	Fecha y hora de recepción de la OT:
Autorizó:	<small>Jefe de mecánicos</small>	Fecha y hora de devolución de la OT:
CALDERA NO 1 125 HP CLEAVER-BROOKS CB-700-125 MX-6877 {BCM00059}		
Localización: Cuarto de máquinas 1		
Prioridad: Alta		
Frecuencia: Trimestral		
<ol style="list-style-type: none">1. Limpieza del cuerpo del quemador2. Revisión del piloto de gas3. Revisión de terminales en el sistema eléctrico4. Limpieza en el control programador5. Control de presión de vapor6. Revisión de termostatos7. Válvula de seguridad8. Aisladores de electrodos de ignición9. Control en el cebado de bombas10. Anclajes, juntas y cimentación de las bombas de alimentación de agua, distribución de combustible y alimentación de la caldera11. Lavado de la cámara de agua		
Comentarios:		
<hr/> <hr/> <hr/>		
Página 1 de 1		

Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Rutina semestral de mantenimiento preventivo calderas

BIMBO DE CENTROAMERICA, S.A		(clave ISO)
MANTENIMIENTO		(revisión ISO)
Orden de Trabajo	Folio:	000056
		
		del 14-feb-2017 al 20-feb-2017
Responsable:		
Revisó:	Maestro Mantenimiento	Fecha y hora de recepción de la OT:
Autorizó:	Jefe de mecánicos	Fecha y hora de devolución de la OT:
CALDERA NO 1 125 HP CLEAVER-BROOKS CB-700-125 MX-6877 (BCM00059)		
Localización: Cuarto de máquinas 1		
Prioridad: Alta		
Frecuencia: Semestral		
<ol style="list-style-type: none">1. Lubricación de cojinetes de bombas de agua2. Limpieza interior de la caldera del lado de fuego3. Conexiones de la línea de alimentación4. Revisión de material refractario5. Revisión de empaques en el cuerpo de la caldera6. Revisión de pernos y tuercas de puertas de la caldera7. Fajas de transmisión en el sistema de combustible8. Alineación de motor y bomba del sistema de agua9. Limpieza del tanque de condensados10. Chequeo de válvulas solenoide11. Lubricación del motor ventilador12. Fajas de transmisión en el sistema de aire13. Filtro de válvula de flotador14. Filtro de la descarga del tanque a la bomba de alimentación15. Pintura y limpieza		
Comentarios:		
<hr/> <hr/> <hr/>		
Página 1 de 1		

Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Rutina MP mensual compresor de aire No. 1, 2, y 3

BIMBO DE CENTROAMERICA, S.A		(clave ISO)
MANTENIMIENTO		(revisión ISO)
Orden de Trabajo	Folio:	000056
		 del 14-feb-2017 al 20-feb-2017
Responsable:		
	Fecha y hora de recepción de la OT:	
Revisó:	<small>Maestro Mantenimiento</small>	Fecha y hora de devolución de la OT:
Autorizó:	<small>Jefe de mecánicos</small>	
Compresor de aire		
Localización: Cuarto de máquinas 2		
Prioridad: Alta		
Frecuencia: Mensuales		
<ol style="list-style-type: none">1. Verificar la limpieza del panel filtrante, si se encuentra lleno de polvo soplearlo2. Si el panel tiene manchas de grasa o aceite, lavarlo con agua y jabón. El panel puede lavarse hasta 6 veces máximo3. Revisar virtualmente el perno indicador de tensión, debe de estar hasta la parte inferior del tope4. Si el perno no está en la parte inferior del tope se requiere tensionar las bandas. Para realizar esto, aflojar la tuerca que se ubica en la parte superior5. Girar la turca inferior hasta que el perno llegue a la parte inferior del tope. Nota: no dar más apriete, pues puede dañar las bandas6. Apretar tuercas superiores7. Una vez tensadas, se deberá resetear el archivo tensión de bandas en el archivo mantenimiento8. Limpiar el post enfriador para desprender sólidos incrustados sopleteando con aire comprimido. El sopeteado debe hacerse desde la parte interna del compresor hacia el exterior por el lado del post enfriador.9. Con esto se evita el mal funcionamiento en el enfriado de aceite que circula por todo el sistema.		
Comentarios:		
<hr/> <hr/> <hr/>		

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Rutina MP trimestral compresores de aire No. 1, 2 y 3

BIMBO DE CENTROAMERICA, S.A		(clave ISO)
MANTENIMIENTO		(revisión ISO)
Orden de Trabajo	Folio:	000056
		
		del 14-feb-2017 al 20-feb-2017
Responsable:		
Revisó:	<small>Maestro Mantenimiento</small>	Fecha y hora de recepción de la OT:
Autorizó:	<small>Jefe de mecánicos</small>	Fecha y hora de devolución de la OT:
Compresor de aire		
Localización: Cuarto de máquinas 2		
Prioridad: Alta		
Frecuencia: Trimestral		
<ol style="list-style-type: none">1. Cambiar el filtro de aceite cuidando de colocar un paño en la parte inferior del mismo momento de quitarlo.2. Colocar el filtro nuevo aplicando aceite en el sello.3. Colocar el filtro nuevo y apretar con la mano hasta donde sea posible.4. Una vez cambiado, resetear el archivo de filtro de aceite en el menu de mantenimiento.		
Comentarios:		
<hr/> <hr/> <hr/>		

Fuente: elaboración propia.

Figura 19. Rutina MP anual de compresores de aire No. 1, 2 y 3

BIMBO DE CENTROAMERICA, S.A		(clave ISO)
MANTENIMIENTO		(revisión ISO)
Orden de Trabajo	Folio:	000056
		
		del 14-feb-2017 al 20-feb-2017
Responsable:		
	Fecha y hora de recepción de la OT:	
Revisó: Maestro Mantenimiento	Fecha y hora de devolución de la OT:	
Autorizó: Jefe de mecánicos		
Compresor de aire		
Localización: Cuarto de máquinas 2		
Prioridad: Alta		
Frecuencia: Semestral		
<ol style="list-style-type: none">1. Es importante selección el aceite adecuado en base a las horas de uso, y realizar el cambio si es necesario. 2. Existen dos tipos de aceite el semisintetico (mezcla de sintético y mineral y el sintético. El semi se recomienda para las 4,000 horas de uso y el sintético para 8,000 horas de uso) 3. Cuando vaya a realizar el cambio de aceite es importante cambiar el filtro separador de aceite a la vez 4. Este repuesto viene con sus juntas, las cuales cuentan con una grapa que unen a las mismas. No quite la grapa ya que sirve como aislante dieléctrico y evita conflagraciones. 5. Una vez realizado el cambio, resetear los archivos de filtro separador y cambio de aceite en el menú de mantenimiento		
Comentarios:		
<hr/> <hr/> <hr/>		

Figura 20. Rutina de mantenimiento preventivo sistema de refrigeración

BIMBO DE CENTROAMERICA, S.A		(clave ISO)
MANTENIMIENTO		(revisión ISO)
Orden de Trabajo	Folio:	000057
		 del 14-feb-2017 al 20-feb-2017
Responsable:		
		Fecha y hora de recepción de la OT:
Revisó: Maestro de mecanicos		
Autorizó: Jefe de mecánicos		
		Fecha y hora de devolución de la OT:
COMPRESOR DE REFRIGERACION NO 4 TAZA DE MEZCLADORA MYCOM 30TR S/S {BCM-00073}		
<u>Actividades rutinarias</u>		
Procedimiento:		
EVAPORADOR		
Verificar estado de serpentín		
Verificar temperatura de salida: _____ retorno: _____		
COMPRESOR		
Verificar condición general		
Verificar nivel de aceite _____		
Revisar ruido y vibración		
Anotar amperaje L1 _____ L2 _____ L3 _____		
CONDENSADOR ENFRIADO POR AIRE		
Verificar serpentín		
Revisar estado de ventiladores		
Verificar estado de cojinetes o Bushing, si es necesario cambiarlos		
Lectura de amperaje _____		
Temperatura de entrada _____ salida _____		
CIRCUITO DE REFRIGERANTE		
Revisar si existen fugas		
Anotar alta presión _____		
Anotar baja presión _____		
Revisar válvula de expansión		
Revisar filtro secador		
Revisar visor de líquido		
Verificar aislamiento		
CONTROLES		
Revisar termostato seting		
Revisar arrancador		
Interruptor alta presión seting		
Interruptor baja presión seting		
Verificar estado de válvula solenoide		
Revisar fusibles		
ELECTRICIDAD		
Voltaje		
Placa _____ Medición _____		
Amperaje		
Placa _____ Medición _____		
Comentarios: _____		

Fuente: Bimbo Guatemala.

Figura 21. Rutina mensual de mantenimiento secador de aire

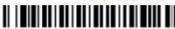
BIMBO DE CENTROAMERICA, S.A		(clave ISO)
MANTENIMIENTO		(revisión ISO)
Orden de Trabajo	Folio:	000056
		
		del 14-feb-2017 al 20-feb-2017
Responsable:		
	Fecha y hora de recepción de la OT:	
Revisó:	<small>Maestro Mantenimiento</small>	Fecha y hora de devolución de la OT:
Autorizó:	<small>Jefe de mecánicos</small>	
SECADOR DE AIRE MARCA KAESER NO. 1		
Localización: cuarto de máquinas 2		
Prioridad: alta		
Frecuencia: mensual		
<ol style="list-style-type: none">1. Comprobar las señales de alarma.2. Comprobar que el panel digital indica un valor entre 0 y 4°C (0 y 7°F).3. Compruebe las causas y proceda al mantenimiento introduciendo nitrógeno en el sistema para detectar posibles fugas.4. Test de purga.<ol style="list-style-type: none">a. Coloque el interruptor general en I (On)b. Abrir poco a poco la válvula de salida. (Cuidado: cualquier variación rápida de presión, puede dañar el secador).c. Cerrar poco a poco el by-pass y la válvula de salida.5. Comprobar la temperatura de entrada de aire comprimido y compararlo con el valor máximo indicado por el fabricante.6. Limpiar el filtro de purga.7. Comprobar que la temperatura ambiente del aire cumple con los valores mínimos y máximos indicados por el fabricante. Compruebe que la habitación está bien ventilada.		
Comentarios: _____ _____ _____		

Figura 22. Rutina semestral de mantenimiento de secador de aire

BIMBO DE CENTROAMERICA, S.A		(clave ISO)
MANTENIMIENTO		(revisión ISO)
Orden de Trabajo	Folio:	000056
		 del 14-feb-2017 al 20-feb-2017
Responsable:		
Revisó:	Maestro Mantenimiento	Fecha y hora de recepción de la OT:
Autorizó:	Jefe de mecánicos	Fecha y hora de devolución de la OT:
SECADOR DE AIRE MARCA KAESER NO. 1		
Localización: cuarto de máquinas 2		
Prioridad: alta		
Frecuencia: semestral		
<ol style="list-style-type: none">1. Compruebe al trabajar, que la temperatura de la parte superior del compresor no es demasiado alta (90°C máx.) verifique que la corriente consumida por el secador cumple con los valores que especifica la placa del fabricante.2. Limpiar la válvula de la purga solenoide.<ol style="list-style-type: none">a. Desconectar la corriente eléctrica de la válvula solenoide.b. Desconectar la válvula solenoide de la tubería y sujetarla con abrazaderas.c. Desatornillar la tuerca de la cerradura y quitar el émbolo.d. Desatornille el émbolo desde la base de la válvula.e. Compruebe el anillo O y el resto de componentes. Limpiar con cuidado.f. Re-ensamblar la válvula realizando las operaciones 1 a 5 en orden inverso.g. Conectar la válvula solenoide a la tubería respetando la dirección del flujo de indicado por una flecha en el cuerpo de la válvula.h. Volver a conectar la válvula solenoide a la corriente.i. Abrir la válvula manual de la línea de purga. Test de trabajo.j. Abrir la válvula de parada del sistema de purga, pulsar el botón de purga en la pantalla para comprobar la función de purga.3. Inspeccionar visualmente el circuito frigorífico, estado de tuberías y fugas de aceite; pueden indicar una pérdida de presión de refrigerante.4. Compruebe las conexiones de las tuberías.5. Compruebe que el ventilador no hace demasiado ruido.6. Limpiar las aletas del condensador con una esponja o con aire comprimido limpio. Compruebe que las rejillas no están sucias u obstruidas.7. Limpie las aletas del condensador con un detergente no abrasivo.		
Comentarios: <hr/> <hr/>		

Fuente: elaboración propia.

Figura 23. Rutina semestral de mantenimiento de calentado de agua

BIMBO DE CENTROAMERICA, S.A		(clave ISO)
MANTENIMIENTO		(revisión ISO)
Orden de Trabajo	Folio:	000056
		
		del 14-feb-2017 al 20-feb-2017
Responsable:		
	Fecha y hora de recepción de la OT:	
Revisó:	<small>Maestro Mantenimiento</small>	Fecha y hora de devolución de la OT:
Autorizó:	<small>Jefe de mecánicos</small>	
CALENTADOR DE AGUA EASIHEAT		
Localización: cuarto de máquinas 2		
Prioridad: alta		
Frecuencia: semestral		
<ol style="list-style-type: none">1. Abrir el intercambiador de calor con mucho cuidado.2. Si es necesario utilizar un cepillo para quitar los residuos sólidos sobre las placas, utilizar del tipo de cerdas blandas o de plástico.3. Aclarar con agua dulce cada placa; es posible utilizar un chorro de alta presión teniendo sin embargo mucho cuidado, en el caso de las juntas pegadas, dirigir el chorro perpendicularmente sin embargo mucho cuidado, en el caso de las juntas pegadas, dirigir el chorro perpendicularmente respecto a las superficies de las juntas para evitar que estas se separen.4. Tener cuidado de no rayar la superficie de las juntas reduciendo su superficie de apoyo.5. Limpiar de nuevo y secar las juntas con especial cuidado. Algunas partículas de suciedad que se adhieren a la superficie las juntas podrían ser causa de pérdidas de fluido del intercambiador.6. La suciedad tiene tendencia a depositarse en la parte inferior de la placa, prestar pues especial atención a esta zona durante las operaciones de limpieza.7. Las juntas dañadas o deterioradas deben cambiarse:<ol style="list-style-type: none">a. Con un chorro de aire caliente la parte posterior de la placa hasta que la cola se ablande y las juntas se despeguen fácilmente de la superficie de la placa.b. Sumergir por breve tiempo la placa en un baño de nitrógeno líquido (-196°C) hasta que se enfríe. Los diferentes coeficientes de alargamiento del acero y de la goma provocan que las juntas se adhieran.8. Las guías deben ser lubricadas periódicamente para garantizar en el tiempo la función para la que han sido diseñadas.9. Las temperaturas máximas y mínimas indicadas en la etiqueta están establecidas en función del rango de utilización de los materiales que se refieren a los componentes del intercambiador.		
Comentarios:		
<hr/> <hr/>		

Fuente: elaboración propia.

Figura 24. Rutina semestral de mantenimiento tanque condensados

BIMBO DE CENTROAMERICA, S.A		(clave ISO)
MANTENIMIENTO		(revisión ISO)
Orden de Trabajo	Folio:	000056
		
		del 14-feb-2017 al 20-feb-2017
Responsable:		
Revisó:	<small>Maestro Mantenimiento</small>	Fecha y hora de recepción de la OT:
Autorizó:	<small>Jefe de mecánicos</small>	Fecha y hora de devolución de la OT:
TANQUE DE CONDENSADOS		
Localización: cuarto de máquinas 2		
Prioridad: alta		
Frecuencia: semestral		
<ol style="list-style-type: none">1. Inspeccione y limpie el tamiz de la bomba.2. Drene el tanque de condensado.3. Revise los empaques de la bomba, así como los interruptores.4. Si existe alguna fuga, repara lo más pronto posible.5. De ser necesario aplique pintura6. Limpie el área		
Comentarios:		
<hr/> <hr/>		

Fuente: elaboración propia.

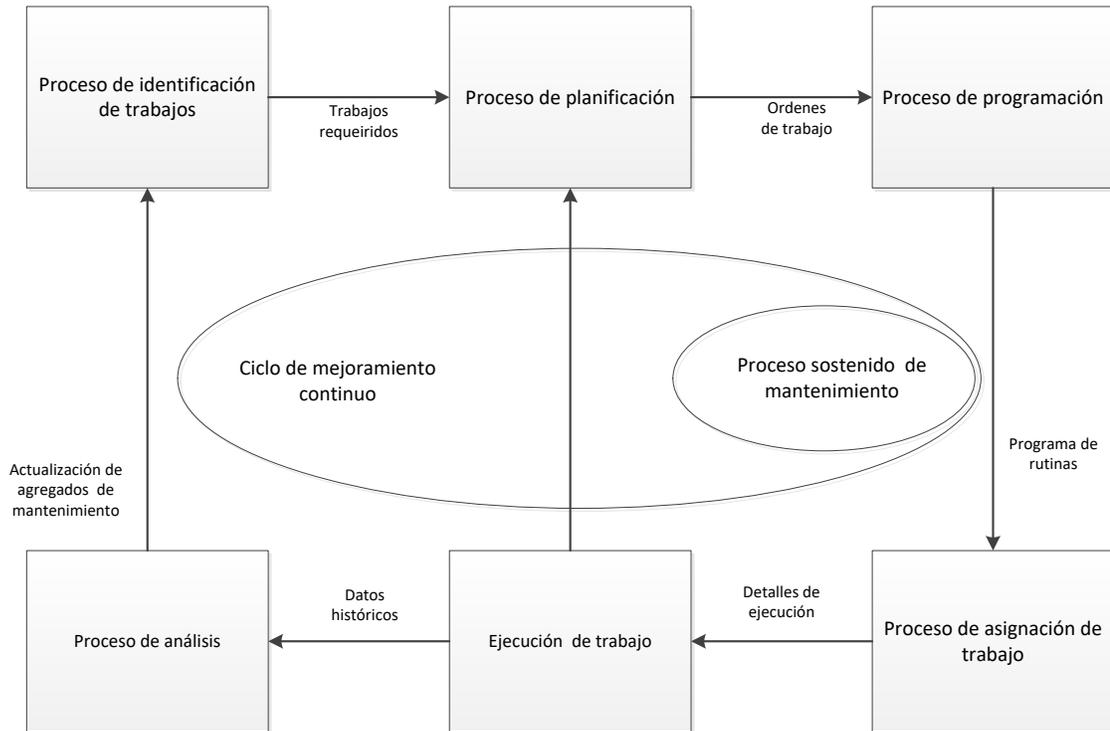
2.5. Gestión de mantenimiento preventivo

El concepto base que da lugar a la ingeniería de mantenimiento es la mejora continua del proceso de gestión del mantenimiento. Esto se lleva a cabo mediante la incorporación de conocimiento, inteligencia y análisis que sirvan de apoyo a la toma de decisiones en el área de mantenimiento, orientadas a favorecer el resultado económico y operacional.

Un modelo de gestión del mantenimiento preventivo debe ser eficaz, eficiente y oportuno, es decir, debe estar alineado con los objetivos impuestos en base a las necesidades de la empresa, minimizando los costos indirectos de mantenimiento asociados con las pérdidas de producción. A su vez, debe operar, producir y lograr los objetivos con el mínimo costo; generando, a su vez, actividades que permitan mejorar los indicadores claves del proceso de mantenimiento asociado a mantenibilidad y confiabilidad.

En la figura 25, se presentan dos ciclos de trabajo representativo y necesario en el modelo de gestión de mantenimiento. El primero se identificó como el ciclo habitual de mantenimiento. Explica la secuencia lógica del proceso táctico-operativo de las actividades de mantenimiento, las cuales son: planificación, programación, asignación, de tareas/trabajo y la ejecución correspondiente. El segundo, definido como un ciclo de mejoramiento continuo, agrega al ciclo habitual dos nuevas actividades, el proceso de análisis de lo ejecutado para la búsqueda respectiva de oportunidades de mejora (ejemplo, modificar el plan de mantenimiento) y el proceso de identificación de tareas necesarias para implementar mejoras definidas anteriormente.

Figura 25. **Ciclo de trabajo de mantenimiento**



Fuente: elaboración propia.

Un sistema de gestión del mantenimiento debe ser eficaz, eficiente y oportuno, es decir, debe estar alineado con los objetivos impuestos con base en las necesidades de la empresa, minimizando los costos indirectos de mantenimiento. Como parte de definir una nueva gestión dentro del mantenimiento preventivo de la empresa se usa la herramienta de software mp9. Esta herramienta de gestión de mantenimiento preventivo ayudará a concentrar la información del departamento y por medio de sus beneficios, administrar las diferentes actividades que se realizan.

Para la implementación de este nuevo sistema de gestión de mantenimiento se propone la contratación de una persona encargada de darle una mejora continua al plan de mantenimiento preventivo. Tendrá bajo su responsabilidad el manejo del software MP9 y controlar la ejecución. En la tabla IX se presenta el descriptor del puesto del Encargado de mantenimiento preventivo.

Tabla IX. **Descriptor de puesto encargado de mantenimiento preventivo**

Descripción, competencias y perfil el puesto encargado de mantenimiento preventivo (MP9)		
Datos generales		
Grupo: Mantenimiento	Puesto genérico: MP9	
Categoría: Administrativo	Nivel Tabular: 2	Número de plazas: 1
Fecha de elaboración: Febrero 2017		
Horario: Turnos Mixto		
Reporta a: Jefe de mecánicos		
Objetivos del puesto		
Administrar los trabajos para la ejecución del plan de mantenimiento preventivo. Crear un plan de mejora continua para el gestor de mantenimiento obteniendo los mejores resultados del mismo.		
Relaciones operativas		
Internas y externas		
Funciones		
<ul style="list-style-type: none"> • Tener el control general del MP9. • Generar órdenes de trabajo y asignar las cargas de trabajo. • Supervisar los trabajos que se realizan en las órdenes de trabajo dándoles una mejora continua. • Encargado de recibir, cerrar y dar por finalizadas las ordenes de trabajo. • Actualizar los manuales, cambios e inventario de maquinarias y equipos. • Manejar el inventario de refacciones para la ejecución de los mantenimientos preventivos. • Encargo de proponer actividades de mantenimiento predictivo dentro de la planta de producción. 		
Competencias del perfil		

Continuación IX.

Actitudes			
Iniciativa		Creatividad	
Cooperación		Trabajo en equipo	
Efectividad		Discrecionalidad	
Responsabilidad		Institucionalidad	
Destrezas			
Manejo y control de personal. Facilidad de análisis.			
Perfil			
Conocimientos			
Conocimientos básicos en mantenimiento y conservación de maquinarias industriales. Manejos de paquetes de computación. Conocimiento de instrumentos de medición.			
Experiencia laboral / habilidades			
Si, experiencia de por lo menos 1 a 2 años como técnico de mantenimiento.			
Escolaridad requerida			
Educación Básica	Educación Media	Educación Técnica	Educación Superior
Si	Si	No	Si
Capacitación			
Cursos: Si	Talleres: Si	Diplomados: No	Otros: No

Fuente: elaboración propia.

2.5.1. Generalidades MP9

El objetivo principal del MP9 es ayudar a administrar la gestión de mantenimiento de una manera eficiente, manteniendo toda la información del área documentada y organizada.

En él quedará documentada toda la información relacionada con equipos e instalaciones; planes o rutinas de mantenimientos de cada uno de sus equipos y generar los calendarios de mantenimiento en forma automática. Diariamente, el MP informa sobre los trabajos de mantenimiento que se deben realizar y una

vez que se realizan, el MP9 reprograma la fecha para volver a realizarlos, ajustando automáticamente los calendarios de mantenimiento.

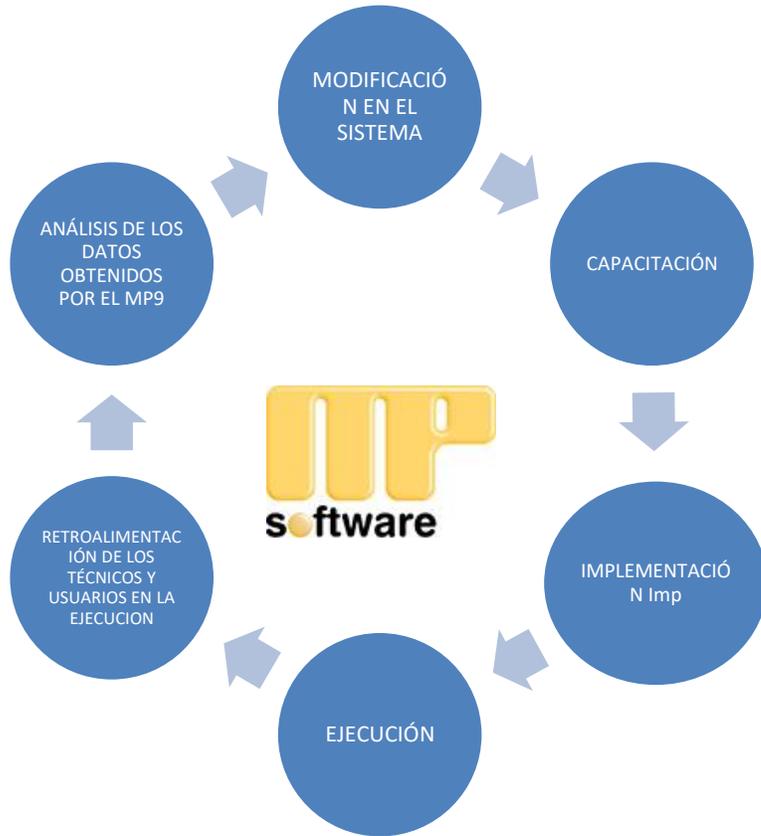
El software puede mantener organizado y disponible para consulta toda la información histórica relacionada con trabajos realizados y recursos utilizados. Genera una variedad de reportes, índices y graficas relacionadas con la gestión de mantenimiento.

Para beneficio de la implementación se realizó un instructivo de uso. (ver apéndice).

2.5.2. Implementación

Cambiar la gestión de cualquier proceso es difícil pero sus beneficios son muchos, más cuando se trata de optimizar recursos de una empresa. La implementación del software mp9 como herramienta principal para administrar una nueva manera de controlar la ejecución del plan de mantenimiento. En la figura 26 se muestran las etapas de la implementación del ciclo. La figura 27 presenta un procedimiento para la implementación del mismo, que servirá de soporte para su ampliación en toda la empresa.

Figura 26. **Ciclo de implementación de MP9**



Fuente: elaboración propia.

Figura 27. Procedimiento implementación MP9

			Página 1 de 2
	PROCEDIMIENTO	Código:	
Implementación de gestor MP9		No. De Revisión	1
Departamento Responsable: Mantenimiento		Fecha de revisión:	15/01/2017

1. Objetivo y Campo de Aplicación

El siguiente procedimiento enumera una serie de pasos necesarios para la correcta implementación del gestor de mantenimiento preventivo con el objetivo de desarrollar un sistema de control

2. Definiciones

2.1 Software MP9: es un CMMS profesional para control y administración del mantenimiento

2.2 Gestor: Herramienta encargada de la coordinación, organización y administración de información para el logro de sus objetivos.

3. Responsabilidades

3.1 Es responsabilidad de los jefes de mecánicos la búsqueda de la mejora continua en cada una de las actividades que se realizan para que el mantenimiento sea mejor cada día.

3.2 Es responsabilidad de los mecánicos llevar a cabo cada una de las actividades de mantenimiento preventivo como parte de su responsabilidad de mantener equipos en buenas condiciones de funcionamiento.

3.3 Es responsabilidad de la persona encargada del software mp9 enriquecer la base de datos, esto para poder alcanzar a mediano plazo con un respaldo de información que elimine la utilización de los registros físicos.

4. Desarrollo del Documento

4.1. Modificación del Sistema: El primer paso para poder poner en marcha el uso del software es la modificación del sistema ingresando los inventarios de equipos, los planes de mantenimiento, asociando equipos y planes, calendarizando primer mantenimiento.

4.2. Capacitación: La segunda etapa es la capacitación. Es importante que para que la ejecución e implementación se den de una manera exitosa, todos los involucrados no tengan dudas de lo que se está realizando. Por lo que se evalúan puntos importantes de capacitación:

4.3. Implementación: Terminada la capacitación se puede dar paso a la implementación que será la generación de órdenes de trabajo en el programa. Se cargara a los responsables las ordenes generadas, el programa calcula el tiempo acumulado que se le carga a cada quien. Se imprimen las órdenes de trabajo de la semana de inicio.

4.4. Ejecución: Luego de haber sido generadas, asignadas e impresas las órdenes de trabajo. Estas están abiertas oficialmente. Y se tendrá una semana de tiempo para que puedan finalizarse. Cuando las ordenes de trabajo son realizadas estas deben ser cerradas en el programa, también a lo largo de la semana puede irse actualizando los avances en las mismas. Cada orden de trabajo tiene en la parte inferior un espacio donde puede colocarse observaciones, de los trabajos realizados, así como repuestos consumidos, en la realización de la orden. Se debe entregar la orden de trabajo terminada, firmada con fecha y hora de entrega e ingreso al programa.

4.5. Retroalimentación de los técnicos y usuarios en la ejecución: Una parte muy importante para obtener éxito en la implementación del software MP9, es la retroalimentación que se pueda dar a las órdenes de

Documento Propiedad de la empresa

Continuación figura 27

			Página 2 de 2
	PROCEDIMIENTO	Código:	
Implementación de gestor MP9		No. De Revisión	1
Departamento Responsable: Mantenimiento		Fecha de revisión:	15/01/2017

trabajo. La mejora continua de la base de datos es un trabajo en conjunto, la importancia de que las personas que lleven a cabo las ordenes de trabajo puedan enriquecer la rutina, ya sea agregando o quitando actividades que no sean necesarias. También es importante el informe de las refacciones consumidas, para que estas puedan quedar registradas en el programa y cuando el ciclo cierre y toque de nuevo un mantenimiento a la misma máquina, el mismo programa pueda avisar sobre la existencia de las refacciones necesarias.

FIN DEL PROCEDIMIENTO

Elaboró:	Revisó:	Aprobó:
Jefe de Mecánicos	Supervisor de Gestión	Gerente de Mantenimiento.

Documento Propiedad de la empresa

Fuente: elaboración propia.

Los beneficios que se podrán obtener con el enriquecimiento de la base de datos de mantenimiento con la ayuda del software gestor

Análisis de los datos obtenidos por el MP9: luego de ingresados los datos y después de un tiempo de gestionar el mantenimiento preventivo con el *software* MP9 los datos pueden ser analizados y obtener gráficos y análisis como:

Grafico programado versus realizado: grafica en la que se comparan mensualmente la cantidad de actividades programadas y la cantidad de actividades realizadas.

Análisis de fallas y causas raíz: detecte los tipos de equipo que más fallas presentan, las fallas más frecuentes y sus causas raíz.

Historia Gráfica: en forma gráfica se muestra la historia de mantenimientos efectuados a un equipo en un lapso de tiempo, mostrando periodos protegidos y periodos desprotegidos. Esta grafica constituye un indicador para evaluar la vulnerabilidad de los equipos. En ella es posible visualizar qué tan apegada a lo programado ha sido la ejecución de los trabajos de mantenimiento. Permite, también, relacionar fallas con los planes de mantenimiento. Ayuda a que se realicen los ajustes necesarios en los planes de mantenimiento para evitar una falla vuelva a presentarse.

Grafica de costos, paros, etc.: genera gran cantidad de consultas, gráficas y reportes relacionados con la gestión del mantenimiento, como graficas de costos, paros etc.

Cada una de las rutinas de los equipos del cuarto de máquinas y servicios generales será asignada y realizados por los mecánicos del área para llevar una

gestión eficiente. Es necesario que se tomen en cuenta todas las órdenes de trabajo existentes y la programación según el plan de mantenimiento preventivo. Según los pasos que muestra la tabla X.

Tabla X. **Pasos para la ejecución de órdenes de trabajo**

1	Los equipos pertenecientes a los cuartos de máquinas y servicios generales son distribuidos a lo largo de las primeras 26 semanas del año. En la empresa se trabaja por semana de producción. Cada semana se le asignan los trabajos de mantenimiento a cada uno de los mecánicos.
2	Cada mecánico debe de revisar las órdenes de trabajo que tiene asignadas cada semana y administrar su tiempo a lo largo de la misma. Debe tomar en cuenta que al final de la semana siempre existe un paro de maquinarias (a menos que sea temporada alta). Debe aprovecharse al máximo este día de paro para adelantar con las ordenes de trabajo que necesiten paro de máquinas.
3	Debe de tomarse en cuenta que al finalizar las órdenes de trabajo o durante su elaboración, debe de llenar los formatos necesarios para evaluar el rendimiento del plan de mantenimiento preventivo y para enriquecer el historial de las maquinarias.
4	Se agrega una copia impresa que queda de respaldo de la orden de trabajo terminada al archivo de mantenimiento preventivo, firmada por su encargado y encargado de sanidad.
5	La propuesta que se realiza en este proyecto es llevar un control electrónico y no solo impreso, que permita dar nuevas ventajas, que potencialicen la gestión del mantenimiento preventivo de la empresa.

Fuente: elaboración propia.

2.5.3. Ficha técnica de registro

La ficha técnica de los equipos fue diseñada para que, cuando un equipo o maquinaria, ingrese al inventario de activos de la empresa pueda contar con un documento donde se resuma toda la información relacionada con la maquinaria, detalles como, equipos, capacidad, marca, modelo, identificador, serie, placa, código, clasificación, localización, tipo de equipo, proveedor, notas, manuales e imágenes de equipo.

Cada una de las máquinas debe de estar dentro de este registro. Es importante crear una ficha técnica con los detalles necesarios: equipos, capacidad, marca, modelo, identificador, serie, placa, código, clasificación, localización, tipo de equipo, proveedor, notas, manuales e imágenes del equipo. Como se presenta en la figura 28.

Con la implementación del gestor de mantenimiento, habrá un apartado digital para almacenar toda la información de un equipo. Como en el formato físico, se manejara como un respaldo de búsqueda más rápido, ya que las oportunidades de un gestor relacionan de manera más simple toda la información.

Figura 28. **Ficha técnica de registro de equipos**

LOGO		FICHA TÉCNICA DE REGISTRO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS			
Equipo					
Descripcion dentro de la empresa					
Clasificacion					
Codigo					
Datos de Fabricación					
Marca					
Modelo					
Serie					
Proveedor					
Fecha adquisición					
Datos Generales					
Dimensiones del equipo		Dimensiones de Mantto		Otros	
Largo total		Largo total		Peso	
Ancho total		Ancho total		Vibración	
Altura total		Altura total		Criticidad	
Especificaciones					
Componentes de seguridad			Necesidades		
Proveedores de referencia					
Ubicación de manuales, revistas o notas de importancia					
Fecha de elaboracion					
Encargado					

Fuente: elaboración propia.

En la figura número 29, se presenta una captura de pantalla de cómo se presenta la ficha técnica en el software mp9. Es importante porque cada mecánico encargado deberá de llenar las características de cada equipo que ingrese o de cualquier cambio que sufra una maquinaria.

Figura 29. **Ficha técnica de cada equipo**

The screenshot shows a 'Modificar' (Modify) window for equipment. The fields are as follows:

- Equipo: CALDERA NO 1
- Capacidad: 125 HP
- Marca: CLEAVER-BROOKS
- Modelo: CB-700-125
- Identificador, Serie, Placas: MX-6877
- Otro 1: (empty)
- Otro 2: (empty)
- Código: BCM00059
- Prioridad: Baja (dropdown)
- Clasificación 1: CUARTO DE MAQUINAS (dropdown)
- Clasificación 2: (empty)
- Centro de Costo: (empty)
- Equipo Padre: (empty)
- Buttons: Asignar equipo padre, Quitar equipo padre
- Localización: \SERVICIOS GENERALES\ CUARTO DE MAQUINAS 1 (dropdown)
- Tipo de Equipo: CALDERA (dropdown)

Below the fields are tabs for 'Campos Personalizados', 'Proveedor', 'Notas', 'Imágenes', and 'Archivos Adjuntos'. The 'Imágenes' tab is active, showing a toolbar with 'Agregar', 'Eliminar', 'Ver', 'Copiar', 'Guardar como...', and 'Imprimir'. An image thumbnail is visible with the name 'IMG_20160907_102014'. At the bottom, there are navigation arrows, a 'F2 <NUEVO>' button, and 'Aceptar' and 'Cancelar' buttons.

Fuente: elaboración propia.

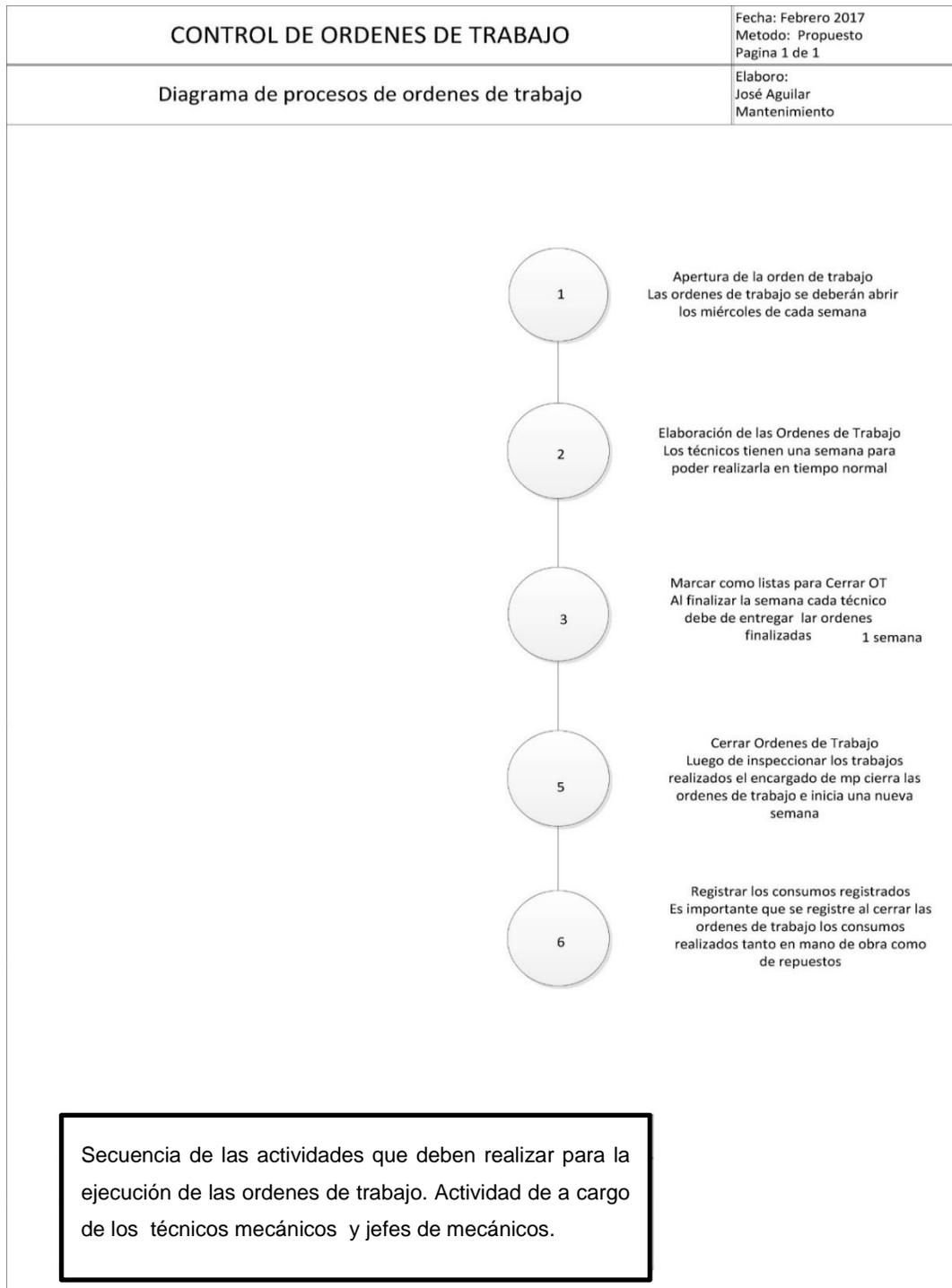
2.5.4. Ficha de control de órdenes de trabajo

Es importante llevar a cabo un control sobre las hojas de trabajo que se emiten, las que se realizan y las que se vencen. Se debe resolver el problema actual con el que se cuenta, si no se cuenta con un control real de los tiempos entre mantenimientos de los equipos. Por ello, se presenta un flujograma (figura 30), que deje claro el flujo de operaciones para la presentación de las órdenes de trabajo.

Dentro de la gestión de mantenimiento preventivo que se propone, se sugiere una nueva manera de manejar las órdenes de trabajo para manejar los tiempos entre mantenimientos de los equipos, de mejor manera. El control debe ser dinámico e incluir todo lo que se realiza.

La ventaja que ofrece trabajar con calendarios dinámicos de mantenimiento, es que cuando el mantenimiento preventivo de un equipo x se atrasa, por un tiempo de 2 meses, por ejemplo, este tiempo de atraso puede reprogramarse y no que se le calendarice una nueva rutina antes del tiempo estipulado. De esta manera, se busca que no se realicen mantenimientos sin una verdadera necesidad de los mismos.

Figura 30. **Flujograma de proceso de órdenes de trabajo**



Fuente: elaboración propia,

Propuesta para ahorro de papel en la ejecución del plan de mantenimiento preventivo con la generación de las órdenes de trabajo. Actualmente, se ejecutan las ordenes de trabajo del mantenimiento preventivo imprimiendo cada rutina del equipo, dos veces por año, esto queda guardado en un archivo muerto por dos años y el papel es eliminado.

Existen, aproximadamente, 700 rutinas de mantenimiento preventivo que se deben imprimir 2 veces al año. Además cada rutina cuenta, al menos, con 2 hojas. Si se multiplica la cifra aproximada es de 3000 hojas al año, las cuales se utilizan para realizar los mantenimientos preventivos.

Se sabe que un árbol de 30 a 40 años de edad puede producir unos 20 kilos de papel, aproximadamente 16 resmas de papel, unas 8000 hojas. Además, para fabricar una sola hoja de papel se necesita 375cm^3 de agua limpia, por lo que para 8000 hojas se invierten 3000 litros de agua limpia, los que se ahorran. Y de los 3000 litros de agua limpia que se utilizan, 300 litros son regresados a drenaje altamente contaminado.

Con base en los datos anteriores, se realiza la propuesta de crear una bitácora de rutinas de mantenimiento preventivo que servirá como guía para la elaboración de las órdenes de trabajo, pero cada una permanecerá en su área. Para registrar la ejecución de los mantenimientos realizados, los técnicos deberán abrir y cerrar sus órdenes de trabajo directamente en el gestor de mantenimiento y firmarán un formato de ejecución que deberá ser verificada por los jefes de mecánicos.

De esta manera los gastos y ahorros se verán resumidos en la tabla XI de la siguiente manera:

- Cantidad de uso para elaboración de bitácoras
(750 rutinas) x (2 hojas de cada rutina) = 1500 hojas se necesitarían para realizar las bitácoras.
- Cantidad de uso en impresión de órdenes de trabajo durante 5 años
(750 rutinas) x (2 hojas de cada rutina) x (2 veces al año) x (5 años) = 15,000 hojas.
- Cantidad de agua limpia utilizada para producción de 1500 hojas
(0.375Litros de agua x hoja) x (1,500 hojas) = 562.5 litros de agua.
Un total de 56.25 litros de agua contaminada regresaría a desagües.
- Cantidad de agua limpia utilizada para la producción de 15,000 hojas
(0.375Litros de agua x hoja) x (15,000 hojas) = 5625 litros de agua. Un total de 562.5 litros de agua contaminada regresan a desagües.

Tabla XI. **Resultados de la propuesta del ahorro de papel**

	Cantidad hojas	Agua limpia	Agua contaminada	Arboles
Uso real	15 000	5 625 litros	562,5 litros	1,875
Uso propuesta	1 500	562,5 litros	56,25 litros	0,1875
Ahorro	13 500	5 062,5 litros	506,3 litros	1,6875

Fuente: Elaboración propia

Con la propuesta se ahorran, en 5 años, un aproximado de 13 500 hojas, más de 5 000 litros de agua limpia serán ahorrados y más de 500 litros de agua saldrá altamente contaminada. Esto sumado a que se salvara la vida de 1 6875 árboles de 30 a 40 años.

2.6. Alcances del software mp9

Todas las actividades deben medirse, así pueden asegurarse de que vayan en sentido correcto y evalúen los resultados de una gestión frente a sus objetivos, metas y responsabilidades.

En la planta, actualmente, se calculan los indicadores de disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad. Se propone la importancia de los indicadores secundarios porque influyen en las decisiones que deben tomar en la empresa. En especial se hace énfasis en el indicador de la mano de obra externa, ya que fortalecerá el proyecto de profesionalizar al personal de planilla de la empresa y disminuir los gastos en empresas de mantenimiento externa.

2.6.1. Indicadores secundarios

Como complemento se necesitan indicadores secundarios, que muestren de qué manera influyen sobre los indicadores internacionales, cada uno de los aspectos parciales de la gestión.

2.6.2. Indicadores de accidentabilidad

Se asociación directamente con la concepción del mantenimiento como negocio. Son indicadores que están en función de factores, aparentemente ajenos al mantenimiento, como el número de accidentes y horas de funcionamiento de una planta, área o equipo dentro del proceso. Además, son útiles para la gestión del mantenimiento.

La tabla XII, contiene la ecuación para encontrar el indicador de accidentabilidad.

Tabla XII. **Ecuación indicadores accidentabilidad**

$$\text{Indicador de Accidentes} = \frac{\text{Numero de accidentes}}{\text{Horas trabajadas(dias)}} \times 100$$

Fuente: elaboración propia.

El indicador de accidentes evidenciará si las acciones preventivas han dado resultados o no. En la empresa, en el año 2016 se reportaron tres accidentes y ninguno fue mortal. Entonces se puede decir que:

$$\text{Indicador de accidentes} = (3 / (24(300))) \times 100 = 0.0416$$

El índice es muy bajo pero se deben plantear acciones para evitar los riesgos e identificar las zonas peligrosas para que el índice sea menor en el 2017.

2.6.3. Indicador de costos de mantenimiento preventivo por mantenimientos totales

Este indicador pone de manifiesto el grado de utilización de técnicas preventivas frente a las correctivas.

La tabla XIII muestra la ecuación para calcular el indicador de costos de mantenimiento preventivos por mantenimientos totales.

Tabla XIII. **Ecuación costos de mantenimiento preventivos por mantenimientos totales**

$CPTC = \frac{CP}{CTM}$	Donde: CPTC = Costo Mantenimiento Preventivo por Mantenimiento Totales CP = Costo Preventivo CTM = Costo Totales de Mantenimiento (Preventivo + Correctivo)
-------------------------	--

Fuente: elaboración propia.

Este indicador reflejará los costos de mantenimiento preventivo comparado con los costos de mantenimiento correctivo que ha realizado la empresa en un intervalo de tiempo x.

Con datos supuestos, la empresa gasto en el año 2016 Q 526 000,00 en costos de mantenimiento preventivo y Q. 1 212 000,00 en costos totales de mantenimiento.

$CPTC = 526\ 000 / 1\ 212\ 000 = 0,43$ por ciento fueron gastos por mantenimiento preventivo. Se necesitaría que el porcentaje suba y que los costos bajen, como meta para el año 2017.

2.7. Costos de la propuesta

Se presentan los costos de la propuesta divididos en dos partes los costos del remplazo de trabajos realizados por empresas externas, que se presentan en la tabla XIV:

Tabla XIV. **Costos de mantenimiento preventivo por empresas externas**

Maquinaria	Costos de mantenimiento preventivo (aproximado)	
	Semestral	Anual
Caldera 1	Q 18 000,00	Q 18 000,00
Caldera 2	18 000,00	18 000,00
Compresor aire 1	6 500,00	6 500,00
Compresor aire 2	6 500,00	6 500,00
Compresor aire 3	6 500,00	6 500,00
Compresor refrigeración 1	8,750,00	8 750,00
Compresor refrigeración 2	8,750,00	8 750,00
Compresor refrigeración 3	8 750,00	8 750,00
Compresor refrigeración 4	8 750,00	8 750,00
Secador de aire 1	6 000,00	6 000,00
Secador de aire 2	6 000,00	6 000,00
Total	111 250,00	111 250,00
Total anual		222 500,00

Fuente: elaboración propia.

Mano de obra con el nuevo personal de manera anual:

Total de mano de obra = (4 000,00 x 12) = 48 000,00 x 3 personas = Q144 000,00

Costos por mantenimiento preventivo con empresas externas (costos de mano de obra): Q 222 500,00

Costos por mantenimiento preventivo con personal de planilla Bimbo

Q. 144 000,00

Diferencia = 222 500,00 – 144 000,00 = Q **78 500,00**

Responsable de mantenimiento preventivo

Costo por la creación de una plaza para una persona que se encargue del enriquecimiento del programa de mantenimiento y a la vez tenga otras

responsabilidades como la implementación de un sistema RCM que lleve los trabajos de mantenimiento a un nivel más avanzado.

Papelería e impresiones

Costos por impresiones de órdenes de trabajo que se incrementaría en un 30% a los costos actuales por el nuevo diseño de la orden de trabajo.

Gasto anual = 200 hojas/mes x 12 = 2 400 hojas/año

Costo anual = 5 resmas de papel x Q 50,00 = 250,00

Capacitaciones

Siempre que se desea la mejora continua, el personal debe estar capacitado. Para ello, es necesario un plan de capacitación para implementar un nuevo modelo de mantenimiento en la empresa. A largo plazo, se comienza con cursos de tecnificación en INTECAP con un costo de Q100,00. El detalle se muestra en la tabla XV.

Tabla XV. **Costos por profesionalización de personal**

Número cursos	Costo de cursos	Cantidad de personas	Total
10	Q 200,00	3	6000,00
10	Q 200,00	3	6000,00
Total			Q 12 000,00

Fuente: elaboración propia.

Estos costos pueden disminuir si la empresa establece algún convenio con INTECAP. Se muestra el detalle de los costos de la implementación de la nueva gestión.

Tabla XVI. **Costos de la implementación de la nueva gestión**

Costos	Mensual	Anual
Encargado de mantenimiento preventivo	Q 5 000,00	Q 60 000,00
Papelería e impresiones	21,00	250,00
Capacitaciones		12000,00
Total	Q, 5521,00	Q 72 250,00

Fuente: elaboración propia.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN. DOCUMENTACIÓN DE PROCEDIMIENTOS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

3.1. Diagnóstico de la situación actual

La fase de investigación se desarrolló en el área de la planta de tratamiento de aguas residuales de la planta de producción de la empresa. Para realizar el diagnóstico de la situación actual del área se realizó un diagrama de causa y efecto que se muestra en la figura 31.

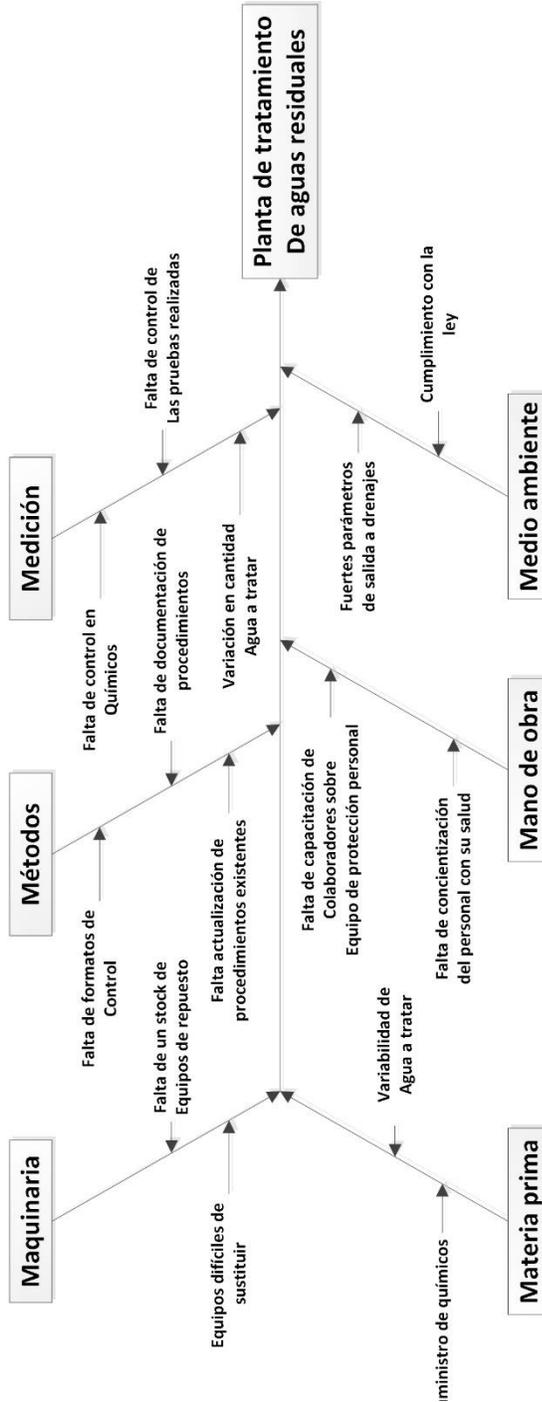
La información necesaria para realizar un análisis correcto y funcional se obtuvo a partir de la permanencia durante dos días acompañando a las personas encargadas de la planta de tratamiento para verificar las actividades que ellos realizan para el funcionamiento de la planta. Por medio de entrevistas no estructuradas y observación directa se obtuvo la información para definir el diagnóstico general del área.

Los hallazgos encontrados fueron:

- Falta de concientización de la seguridad personal de los colaboradores existiendo un riesgo debido al trabajo que se realiza constantemente con químicos.
- Falta de capacitación del personal encargado. Es importante que, aunque el personal no tenga mucho tiempo en la empresa, esté en constante capacitación para realizar su trabajo de la mejor manera.

- Dentro de la empresa existe en general una cultura de mejora continua, esto asegura la entrega de cada persona para adaptarse a sus puestos y mejorar cada día en ellos.
- El equipo de laboratorio tiene oportunidad de mejora para conseguir resultados más exactos y para facilitar el trabajo de los colaboradores.
- Existe equipo de protección personal pero los colaboradores carecen de concientización para utilizarlo correctamente y reducir los riesgos que corren en el desempeño de sus labores.
- Equipos que faciliten las actividades dentro de la planta de tratamiento así como instrumentos de medida que ayudan a tener un mejor manejo de las diferentes muestras que se toman.
- Falta de documentación dentro de los procedimientos que se realizan dentro de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Existen procedimientos que necesitan ser estandarizados.
- Formatos de control de las pruebas que se realizan para llevar un control de los parámetros que son medidos como constancia de que se cumple con lo que la ley exige.
- Falta de un *stock* de equipos de repuestos que evite paros prolongados.

Figura 31. Diagrama causa y efecto PTAR



Fuente: elaboración propia.

Se desarrolló el diagrama de causa y efecto utilizando la técnica 6M's y se definió la importancia en los métodos de trabajo que puede ayudar a solucionar otros problemas detectados.

Por ello se realizó una documentación de los procedimientos de los trabajos realizados en la planta de tratamiento. Es importante la creación de formatos para el control de los datos obtenidos en las pruebas de laboratorio realizadas, para manejar un control que sirva también de respaldo ante cualquier auditoría.

3.1.1. Planta de tratamiento de aguas residuales

Se definen como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias. Las aguas residuales industriales son líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características específicas dependiendo del tipo de industria.

Los Sistemas de Tratamientos de Aguas Industriales suelen ser tan complejos como lo es el agua residual para cada tipo de industria. Es diferente el agua de la industria metalmeccánica de la de los alimentos. Todas tienen aguas con contaminantes que pueden dañar o potencializar los sistemas biológicos. Este tipo de agua demanda implementar procesos de alta eficiencia en la remoción de contaminantes procesos controlados y monitoreados. El objetivo principal es remover o biotransformar los contaminantes antes de que el agua sea descargada.

3.2. Estudio preliminar de las áreas planta de tratamiento de aguas residuales

En el tratamiento de agua se emplean diversas tecnologías mediante sistemas de automatización y control para mover, dosificar, separar químicos o contaminantes que trae el agua residual. En la empresa estudiada, el tratamiento del agua se realiza en las siguientes fases:

- Tratamiento primario: trampas de grasa criba para sólidos finos procesos de neutralización y homogenización.
- Tratamiento primario avanzado: sistemas basados en el proceso de coagulación y floculación tales como el sistema GEM.
- Tratamiento secundario: se emplean procesos biológicos de alta eficiencia, como reactores anaeróbicos de flujo y reactores aeróbicos.
- Tratamiento de lodos: agitadores para acondicionamiento de lodos bombas neumáticas y filtros prensa.

3.2.1. Rutina de operación

En la empresa, la planta de tratamiento de agua opera bajo las normas ambientales. El agua que sirve en el proceso de producción entra a una trampa de grasa en la planta de tratamiento donde una parte de los sólidos y grasas quedan atrapadas por separación de densidades.

Luego, pasa a un tanque homogeneizador que almacena el agua después de la trampa de grasa y cuando llega a su capacidad máxima pasa al proceso de cribado. El agua que está siendo tratada pasa por la criba. Esta máquina separa los sólidos por medio de un filtro o cribado y, luego, pasa a un nuevo depósito donde el agua comienza un proceso de recirculación para nivelar su

pH. Aquí, el agua se mezcla con soda caustica hasta obtener un pH indicado para pasar al tratamiento final de la primera fase.

Cuando el agua tratada alcanza el pH necesario, pasa a la GEM donde se realiza una mezcla con un líquido coagulante que une en pequeñas partículas los sólidos suspendidos en el agua, después, se inyecta un químico floculante que amarra las partículas formadas y estas entran a un proceso de separación final dentro de la GEM. Allí, los sólidos pasan a un tanque de lodos y el agua termina su tratamiento en la primera fase de la planta de tratamiento.

Con el tratamiento recibido en la primera etapa el agua cumple con las condiciones que el Ministerio de Ambiente, por medio del Reglamento de ambiente, solicita para depositar las aguas en los drenajes.

Sin embargo, la empresa, comprometida con el medio ambiente, desarrolló la segunda fase de la planta de tratamiento para tratar más profundamente el agua. De esta manera, se podrá utilizar para riego y algunas áreas de lavado.

La segunda fase de la planta de tratamiento recibe el agua que sale de la GEM y entra a un tanque homogeneizador donde recircula nuevamente hasta obtener el pH adecuado para entrar al tanque con bacterias anaeróbicas por un tiempo; luego, sale para el reactor aerobio.

El reactor aerobio es un tanque abierto con movimiento. El agua tratada llega a este tanque y los oxigenadores le dan movimiento. Durante ese movimiento las bacterias se alimentan. Luego, el agua entra al proceso de clarificación donde el agua limpia se separa de cualquier solido o bacteria y sale del proceso aerobio. Finalmente, el agua es clorificada y está lista para salir a

drenajes. La cantidad de sólidos suspendidos en esta etapa es tan baja que el agua puede usarse de manera muy segura para riego o en servicios sanitarios.

En la tabla XVII se presentan las características del agua que se trata en la empresa por la producción. Capacidad con la que se puede cubrir el tratamiento antes de salir a los drenajes.

Tabla XVII. **Características del agua a tratar**

Parámetro	Unidad	Valor
Flujo promedio	M ³ /d	129,6
DBO	mg/L	4 000
DQO	mg/L	6 000
SST	mg/L	< 100
GyA	mg/L	< 30
pH	-	7 - 8

Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Descripción de equipos de la planta de tratamiento

Se hace una descripción breve de cada uno de los equipos de la planta de tratamiento para comprender por qué es importante realizar las pruebas en los puntos clave del tratamiento de agua.

- Trampa de grasas

Las trampas de grasas son indispensables para mantener los sistemas de desagüe de la ciudad sin obstrucciones por ello son requeridas por las autoridades de medio ambiente para todo tipo de empresas.

Una trampa retiene por sedimentación, los sólidos en suspensión y, por flotación, el material graso. La trampa de grasas tiene 2 compartimentos

separados por una rejilla que impide el paso de sólidos. En el compartimento más grande, por donde llegan los líquidos con sólidos disueltos, la grasa se separa al ser más liviana que el agua. Por el otro compartimento saldrá el agua "limpia".

- Criba

Es un proceso mecánico que separa los materiales de acuerdo con su tamaño de partícula individual. Esto se cumple proporcionando un movimiento particular al medio de cribado el cual es generalmente una malla o una placa perforada.

Mediante el movimiento, las partículas más pequeñas que el tamaño de las aberturas (del medio de cribado) pasan a través de ellas y las partículas más grandes se acarrearán como residuos. El cribado es la primera opción que se debe considerar en una planta de tratamiento de aguas. Las unidades más usuales son las rejillas. Este procedimiento también sirve para que los desechos no dañen las máquinas de tratamientos de aguas.

- Tanque de homogenización

El tanque de homogenización y aireación se ha diseñado para amortiguar por laminación las variaciones de caudal debido al flujo inconstante de efluentes de las distintas etapas. Con ello, se logra un efluente con características uniformes a partir de unos residuos discontinuos y variables en calidad y cantidad. Se produce, por una parte, una igualación de caudales que tiene como efecto secundario una disminución en la concentración de contaminantes al reducirse picos máximos de concentración. Además, se logra una regulación de los caudales vertidos. El tanque homogeneizador actúa como depósito tampón

regulador y neutralizador de pH para lo cual se instalará un equipo de control pH.

El tanque homogeneizador también está formado por dos aireadores que facilitaran la homogenización del agua tratada.

- Controlador de pH

El pH indica el grado de acidez o alcalinidad que presenta un agua determinada. El agua presenta características acidas si el valor de su pH esta entre 1 y 6.9 y un valor de 7 representa neutralidad mientras 7.1 a 14 acentúa su alcalinidad. El pH influye en la velocidad con la que se efectúa la biodegradación y en el tipo de microorganismos que intervienen en la degradación de la materia orgánica (en su mayoría bacterias) se desarrollan a un valor pH de 7.0 y pueden sobrevivir sin grandes variaciones entre 6.5 y 8.5 de tal manera que, cuando el pH del agua desciende o sobrepasa estos valores, muy pocas bacterias pueden desarrollarse y el tratamiento resulta afectado positivamente.

El ácido sulfúrico y el hidróxido de sodio siempre son añadidos a la corriente (flujo). Sin embargo, de acuerdo con la prueba de jarras diluimos pequeñas cantidades en el agua que se tratará para encontrar el punto óptimo de pH para su tratamiento.

Dependiendo qué tan pulida esté la corriente nos dictará el porcentaje de químicos que tendrá que diluir y su ajuste en el pH.

- Reactor anaerobio

El objetivo principal del tratamiento biológico anaerobio es eliminar del agua residual los contaminantes biodegradables, a bajo costo operacional y con una eficiencia mínima del 80% en términos de DQO.

- Reactor aerobio

El sistema de pulimento tanque de aireación-sedimentador secundario es la etapa final en el tratamiento de agua residual. El objetivo de este tratamiento es eliminar del agua tratada anaeróticamente los contaminantes biodegradables remanentes con mayor eficiencia tal que una vez filtrada y desinfectada puede cumplir con los límites que establece la ley.

En esta sección del tratamiento el agua tratada por vía anaerobia es enviada por gravedad al proceso aerobio de lodos activados compuesto por un reactor biológico la aireación es suministrada por un aireador.

El proceso de lodos activados emplea una mezcla de microorganismo bajo condiciones aerobias que utilizan la materia orgánica en el agua de desecho como alimento o sustrato.

El flujo de agua residual que entra en el tanque es mezclado con lodos activados. La mezcla de lodos activados y agua que se encuentra dentro del reactor se denomina licor mezclado. La aireación tiene un doble propósito ya que, además de proporcionar el oxígeno requerido para la biooxidación, aporta un mezclado suficiente para un contacto adecuado entre los lodos activados y las sustancias orgánicas contenidas en el agua residual.

- Clarificador

El licor mezclado fluye hacia el separador de sólidos-líquido o sedimentador secundario donde los sólidos biológicos sedimentados y el agua tratada son enviados por gravedad al tanque de separación.

3.3. Documentación de procedimientos para el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales

Para el funcionamiento correcto de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales es muy importante documentar los procedimientos que deben cumplirse para llevar a cabo el tratamiento del agua, de manera eficiente. Estos servirán de apoyo a las personas que realizan los análisis de soporte ante una capacitación o auditoria, pues detallaran cada una de las actividades que se realizan para garantizar el trabajo realizado en la PTAR.

La documentación de procedimientos que será integrado por:

- Procedimiento de Demanda Química de Oxígeno
- Procedimiento de Prueba Alfa
- Procedimiento de Prueba de Jarras
- Procedimiento de Eliminación de Lodos
- Diagrama de procesos de la segunda fase de la Planta de Tratamiento

Para que la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales funcione correctamente, se deben realizar los análisis fisicoquímicos en función de los requerimientos conforme lo señala la tabla XVIII, donde se muestra las pruebas que se deben realizar y los intervalos de tiempo a los que debe someterse a análisis las muestra de agua que serán obtenidas en cada uno de los puntos

importantes del proceso. De estos puntos, los primeros dos, con frecuencia deberán ser tratados con diluciones debido a que su contaminación aún es muy alta:

- Entrada tanque de homogenización de GEM.
- Efluente de Sistema GEM.
- Efluente reactor anaerobio EGSB en caja de distribución.
- Efluente del reactor aerobio lodos activados.

Tabla XVIII. **Puntos de muestreo y periodicidad de análisis**

Parámetro	1	2	3	4
Temperatura	Diario	Diario	Diario	
pH	Diario	Diario	Diario 3 o 4 veces al día	
Alcalinidad			Diario 3 o 4 veces al día	
Relación de alcalinidades			Diario 3 o 4 veces al día	
DQO	Diario	Diario	Diario	
SST	Diario	Diario	Diario 3 o 4 veces al día	Diario
Sólidos sedimentables	Diario	Diario	Diario	Diario
Nitrógeno	Semanal	Semanal	Semanal	Semanal

Fuente: PTAR Bimbo.

Cuando se realizan las pruebas en los puntos de salida de la GEM y la entrada al tanque de homogenización, los sólidos suspendidos son realmente elevados y, como se indicó anteriormente, es necesario diluir las muestras para trabajar con la capacidad de los equipos de la planta. Las diluciones se trabajaran según los datos de la tabla XIX donde se describe el tipo de dilución indicando la cantidad de muestra que se necesita junto a la cantidad de agua residual y de agua limpia que debe ser mezclada.

Tabla XIX. **Tabla de diluciones prueba DQO**

Tipo de dilución	Cantidad de muestra	Cantidad de Agua Residual	Cantidad de Agua limpia
Dilución 1:2	100 ml de muestra	50 ml	50 ml
Dilución 1:4	100 ml de muestra	25 ml	75 ml
Dilución 1:5	100 ml de muestra	20 ml	80 ml
Dilución 1:10	100 ml de muestra	10 ml	90 ml
Dilución 1:20	100 ml de muestra	5 ml	95 ml
Dilución 1:50	100 ml de muestra	2 ml	98 ml

Fuente: elaboración propia.

Hay que tomar en cuenta que las pruebas a la salida del aerobio y después de la clarificación no necesitan dilución ya que el agua tratada en esos puntos lleva un DQO bajo. Cuando se realizan diluciones para las pruebas se debe multiplicar por el mismo factor de dilución para obtener el valor real de la prueba realizada.

La legislación vigente en Guatemala obliga a que las empresas traten sus aguas residuales antes de verterlas en los drenajes generales. Los límites permisibles para agua de reusó se presentan en la tabla XX.

Tabla XX. **Límites máximos permisibles**

Parámetro	Unidad	Valor
Coliformes fecales	U	1000
Huevos del minto	U	5
Ph	-	5-10
Temperatura	C	40
DQO	mg/L	30
Grasas y Aceites	mg/L	15
Materia flotante	-	Ausente
Solidos sedimentables	mg/L	1
Solidos Suspendidos Totales	mg/L	40
Nitrógeno total	mg/L	15
Fosforo total	mg/L	5
Elementos tóxicos	No contiene	No contiene

Fuente: elaboración propia.

Para mejorar las actividades que se realizan en la planta de tratamiento de aguas residuales, se documentaron los procedimientos para el funcionamiento correcto de la planta.

- Procedimiento de Demanda Química de Oxígeno

Es el de la prueba de la demanda química de oxígeno. Esta prueba se realiza para determinar la cantidad de oxígeno requerida para oxidar, bajo condiciones específicas, la materia orgánica susceptible de oxidarse contenida en una muestra de agua. Este procedimiento es fundamental se debe hacer diariamente en los cuatro puntos importantes del proceso. (Ver figura 32)

- Procedimiento de Prueba Alfa

El propósito de este procedimiento es encontrar la relación de alcalinidades en los cuatro puntos importantes del proceso. (Ver figura 33)

- Procedimiento de Prueba de Jarras

Se realiza para medir la cantidad de floculante y coagulante que dosificará la bomba de la GEM. Se realiza en la entrada a la GEM. (Ver figura 34)

- Procedimiento de Eliminación de Lodos

Detalla los pasos para eliminar los lodos resultantes de la separación de sólidos en cada una de las fases del proceso de tratamiento de agua. (Ver figura 35)

Para el control de las pruebas se crearon dos formatos, como se muestran en la figura 36 y 37 estos formarán parte de una bitácora que servirá de respaldo o registro de las mediciones que se realizan diariamente.

Figura 32. **Procedimiento para el análisis DQO**

			Página Número
	PROCEDIMIENTO	Código:	
Procedimiento para el análisis de la demanda química de oxígeno (DQO)		No. de revisión	1
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		Fecha de revisión:	15/01/2017

1. Objetivo y campo de aplicación

Este procedimiento está destinado para la debida ejecución de las pruebas de demanda química de oxígeno que permita desarrollar procesos confiables y operaciones continuas en la planta de tratamiento de aguas residuales en Bimbo de Guatemala. Este procedimiento debe cubrir cuatro etapas del tratamiento de agua, tanque de homogenización, GEM, proceso anaeróbico y proceso aeróbico.

2. Definiciones

2.1 La Demanda Química de Oxígeno (DQO): La determinación de la demanda química de oxígeno (DQO) proporciona la cantidad de oxígeno requerida para oxidar bajo condiciones específicas, la materia orgánica susceptible de oxidarse contenida en un muestra de agua. Se expresa en mg/L de oxígeno y proporciona una medida de la cantidad de sustancias, bajo las condiciones en las que se efectúa esta prueba.

2.2 Espectrofotómetro: Instrumento usado en la física óptica que sirve para medir, en función de la longitud de onda, la relación entre valores de una misma magnitud fotométrica relativos a dos haces de radiaciones.

2.3 Gradilla: Soporte de Viales o tubos de ensayo

2.4 Reactivos: Sustancias que se emplean para descubrir la presencia de otra.

2.5 Reactor: Instrumento para calentar las muestras.

2.6 Viales: Frasco pequeño destinado a contener reactivos medidos, realizar ensayos o reacciones y hacer lecturas en el espectrofotómetro.

3. Abreviaturas

3.1 DQO: Demanda Química de Oxígeno
3.2 °C: Grados Centígrados
3.3 mL: Mililitro
3.4 mg/L : Miligramos por litro

Documento propiedad de la empresa

Continuación figura 32.

			Página Número
	PROCEDIMIENTO	Código:	
		No. de revisión	1
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		Fecha de revisión:	15/01/2017

4. Equipos y herramientas

- Pipetas volumétricas
- Bombas manuales para pipetas
- Espectrofotómetro
- Viales con reactivos
- Adaptador para el tamaño del vial
- Gradilla
- Reactor DQO

5. Equipo de seguridad

- Guantes
- Bata
- Mascarilla
- Calzado adecuado

6. Requisitos de muestras

- Recolectar en matraz de 1000 ml que estén libres de contaminación de materia orgánica.
- Deben analizarse inmediatamente después de su recolección; si no es posible se preservan con 2ml de H₂SO₄ concentrado por litro de muestra a pH < 2 y se refieran a 4° C máximo 28 días. Cuando se agregan cantidades significativas de preservador, se debe hacer una corrección por volumen de ácido extra. Homogenizar las muestras que contienen sólidos para asegurar muestras representativas.

7. Descripción del procedimiento

7.1. Tomar las muestras en:

- i. Tanque de homogenización
- ii. GEM
- iii. Reactor Anaerobio
- iv. Reactor Aerobio

6.1. Se preparan diluciones dependiendo de las muestras obtenidas

Documento propiedad de la empresa

Continuación figura 32.

	PROCEDIMIENTO	Código:	Página Número
		No. de revisión	1
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		Fecha de revisión:	15/01/2017

- 1 en 10 cuando los sólidos suspendidos van de 0 - 150
- 1 en 20 cuando los sólidos suspendidos son 150 – 300
- 1 en 50 Cuando los sólidos suspendidos son de 300 – 450

7.2. Se agrega 2ml de cada dilución en los viales y estos se ingresan al reactor para que se calienten por el periodo de 2 horas.

7.3. Se apaga el reactor. Se sacan los viales y se colocan en una gradilla y se dejan enfriar por 30 minutos.

7.4. Se verifica que el espectrofotómetro DR890, se encuentre en buen estado.

7.5. Se selecciona el programa 17 que servirá para la medición.

7.6. Se debe colocar el adaptador para colocar los viales, para continuar con la lectura del vial llamado blanco.

7.7. Se coloca el vial blanco dentro del adaptador. Se cierra el escudo de luz y se presiona suavemente hacia abajo la tecla zero. Así la medición dará 0.0 mg/L DQO.

7.8. Se coloca el vial que contiene la muestra dentro del adaptador, se cierra el escudo de luz se presiona suavemente la tecla read. Los resultados en mg/L DQO serán mostrados.

7.9. Luego se procede a anotar la lectura del instrumento. Y multiplicar por el factor según la dilución que se haya realizado.

7.10. Se repiten los pasos 6.9 y 6.10 con cada muestra hasta obtener el resultado.

7.11. Finalmente, el operador, genera el informe de los datos obtenidos apuntándolos en el formato junto a los datos de las demás pruebas. (Ver formato PTAR-01).

FIN DEL DOCUMENTO

Elaboró:	Revisó:	Aprobó:
Ambiente	Supervisor de Gestión	Gerente de Mantenimiento

Documento propiedad de la empresa

Fuente: elaboración propia.

Figura 33. **Procedimiento para el análisis de la prueba alfa**

			Página Número
	PROCEDIMIENTO	Código:	
Procedimiento para el análisis de la prueba alfa		No. de revisión	1
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		Fecha de revisión:	15/01/2017

1. **Objetivo y Campo de Aplicación**

Este Procedimiento está destinado para la debida obtención de la relación de alcalinidades (ALFA) que permita desarrollar procesos confiables y operaciones continuas en la planta de tratamiento de aguas residuales en Bimbo de Guatemala. Este procedimiento cubre cuatro etapas del tratamiento de agua, tanque de homogenización, GEM, proceso anaeróbico y proceso aeróbico.
2. **Definiciones**
 - 2.1 **La Demanda Química de Oxígeno (DQO):** La determinación de la demanda química de oxígeno (DQO) proporciona la cantidad de oxígeno requerida para oxidar bajo condiciones específicas, la materia orgánica susceptible de oxidarse contenida en un muestra de agua. Se expresa en mg/L de oxígeno y proporciona una medida de la cantidad de sustancias, bajo las condiciones en las que se efectúa esta prueba.
 - 2.2 **El pH-metro:** Instrumento usado en la física óptica que sirve para medir, en función de la longitud de onda, la relación entre valores de una misma magnitud fotométrica relativos a dos haces de radiaciones.
 - 2.3 **Pipeta volumétrica :** Soporte de Viales o tubos de ensayo
 - 2.4 **Reactivos:** Sustancias que se emplean para descubrir la presencia de otra.
3. **Abreviaturas**
 - 3.1 **H₂SO₄:** Demanda Química de Oxígeno
 - 3.2 **°C:** Grados Centígrados
 - 3.3 **mL:** Mililitro
 - 3.4 **mg/L :** Miligramos por litro

Documento propiedad de la empresa

Continuación figura 33.

			Página Número
	PROCEDIMIENTO	Código:	
		No. de revisión	1
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		Fecha de revisión:	15/01/2017

4. Equipos y herramientas

- Pipetas volumétricas
- Bombas manuales para pipetas
- Espectrofotómetro
- pH- metro
- Matraz
- Bureta

5. Equipo de seguridad

- Guantes
- Bata
- Mascarilla
- Calzado adecuado

6. Procedimiento

- 6.1. Calibrar el pH-metro con las soluciones buffer.
- 6.2. Aforar la bureta teniendo cuidado de no mantener burbujas en el punto de salida.
- 6.3. Homogenizar la muestra
- 6.4. Con la pipeta volumétrica tomar 25ml de muestra y depositar el líquido en un vaso de 50ml.
- 6.5. Colocar el electrodo y tomar la primera lectura de pH inicial.
- 6.6. Titular con H₂SO₄ 0.2N hasta alcanzar un valor de pH a 5.75.
- 6.7. Anotar el volumen de líquido gastado. (Ver formato PTAR-02).
- 6.8. Titular con H₂SO₄ 0.2N hasta alcanzar un valor de pH a 4.3.
- 6.9. Calcular la alcalinidad con la siguiente formula.

$$\text{Alk} = \frac{50000 * N * \text{Vol}}{\text{ml muestra}}$$

Donde
 N = Normalidad del ácido utilizado
 Vol.= Cantidad de ácido utilizado en ml.
 La alcalinidad se reporta en mg de carbonato de calcio por litro.
 (mg de CaCO₃ / litro)

Fin de procedimiento

Documento propiedad de la empresa

Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Procedimiento para la prueba de jarras**

			Página Número
	PROCEDIMIENTO	Código:	
Procedimiento para la prueba de jarras		No. de revisión	1
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		Fecha de revisión:	15/01/2017

PROCEDIMIENTO PARA LA PRUEBA DE JARRAS

- 1. Objetivo y Campo de Aplicación**

Este Procedimiento de prueba de jarras, que se realiza para medir la cantidad de floculante y coagulante que dosificara la bomba a la GEM, esto para que permita desarrollar procesos confiables y operaciones continuas en la planta de tratamiento de aguas residuales en Bimbo de Guatemala.
- 2. Definiciones**
 - 2.1. La Prueba de Jarras:** Se realiza para poder medir la cantidad de floculante y coagulante que dosificara la bomba a las GEM.
 - 2.2. Floculación:** Es un proceso químico mediante el cual, con la adición de sustancias denominadas floculantes, se aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado.
 - 2.3. Coagulación:** es la desestabilización de las partículas coloidales causadas por la adición de un reactivo químico llamado coagulante el cual, neutralizando sus cargas electrostáticas, hace que las partículas tiendan a unirse entre sí.
- 3. Equipos y herramientas**
 - 3.1.1.** Jeringa 2.5ml.
 - 3.1.2.** Jeringa de 5ml.
 - 3.1.3.** Floculante
 - 3.1.4.** Coagulante
 - 3.1.5.** Matraz
- 4. Equipo de seguridad**
 - 4.1.1.** Guantes
 - 4.1.2.** Bata
 - 4.1.3.** Mascarilla
 - 4.1.4.** Calzado adecuado

Documento propiedad de la empresa

Continuación figura 34.

			Página Número
	PROCEDIMIENTO	Código:	
		No. de revisión	1
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		Fecha de revisión:	15/01/2017

5. Procedimiento

- 5.1. Se toma una muestra de 1 litro de agua del tanque homogeneizador en un matraz.
- 5.2. Se miden 2.5ml de químico coagulante y se mezclan con la muestra de un litro de agua del tanque homogeneizador.
- 5.3. Con un mezclador se agita el agua con la finalidad de obtener una concentración de partículas.
- 5.4. Si se logra la concentración de partículas esperada se puede agregar el químico floculante, de lo contrario se agregan otros 2.5ml de químico floculante. Hasta obtener la concentración de partículas esperada.
- 5.5. Se miden 5ml de químico floculante y se mezclan con la muestra que contiene la concentración de partículas.
- 5.6. Se agitan con un mezclador las sustancias hasta que el químico floculante abra la concentración de partículas. Hasta que se note la separación del lodo de partículas y el agua mucho más limpia.
- 5.7. En base a las cantidades de químicos que tuvo que aplicarse a las muestras se realiza el cálculo multiplicado por el número de litros por minuto que estará circulando por la GEM para que la bomba dosifique los químicos necesarios.

Documento propiedad de la empresa

Fuente: elaboración propia.

Figura 35. **Procedimientos para la eliminación de lodos**

			Página Número
	PROCEDIMIENTO	Código:	
Procedimiento para la eliminación de lodos		No. de revisión	1
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		Fecha de revisión:	15/01/2017

PROCEDIMIENTO PARA LA ELIMINACION DE LODOS

1. Objetivo y Campo de Aplicación

Este Procedimiento tiene de objetivo detallar los paso que se llevan a cabo para lograr la eliminación de lodos acumulados de la planta de tratamiento, esto para que permita desarrollar procesos confiables y operaciones continuas en la planta de tratamiento de aguas residuales en Bimbo de Guatemala.

2. Definiciones

- 2.1. **Lodos:** Conjunto de solidos que son separados de las aguas tratadas en una planta de tratamiento.
- 2.2. **Prensa hidráulica:** Equipo hidráulico que a base de compresión eliminan el agua de los en el tratamiento.
- 2.3. **Tanque de lodos:** Tanque que sirve para almacenar los lodos generados por la GEM, antes de pasar a la prensa hidráulica.
- 2.4. **Compost:** Es una mezcla de los lodos que resultan del tratamiento de agua y tierra, que tiene como finalidad vitamina la tierra.
- 2.5. **Artesa:** Recipiente que sirve para secar los lodos.

3. Equipos y herramientas

- Prensa hidráulica
- Artesa
- Carreta
- Pala

4. Equipo de seguridad

- Guantes
- Bata
- Mascarilla
- Calzado adecuado

5. Procedimiento

Documento propiedad de la empresa

Continuación figura 35.

			Página Número
	PROCEDIMIENTO	Código:	
		No. de revisión	1
PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		Fecha de revisión:	15/01/2017

- 5.1. Se desocupa la artesa, sacando los lodos secos y llevándolos a la abonera.
- 5.2. Agregar los lodos obtenidos de la artesa a la abonera y cubrir con tierra para que esta pueda enriquecerse con sus nutrientes.
- 5.3. Se le quita compresión a la prensa hidráulica, para que esta deje escurrir el agua restante de los lodos.
- 5.4. Drenar el tanque de lodos, hasta que este retire el agua que ha seguido acumulando en la parte inferior debido a la actuación de los químicos.
- 5.5. Colocar la artesa debajo de la prensa de lodos.
- 5.6. Abrir la prensa y dejar que los lodos caigan a la artesa hasta que esta quede vacía.
- 5.7. Activar la bomba de diafragma del tanque de lodos para que llene nuevamente la prensa de lodos.
- 5.8. Agregar sobre los lodos cal, y esperar 36 horas para empezar de nuevo el proceso.

Fin del procedimiento

Documento propiedad de la empresa

Fuente: elaboración propia.

Figura 36. Formato para el registro de la prueba DQO

		FORMATO DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (PTAR - 01)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Mes: _____		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Punto 1</td> <td style="width: 10%;">P1</td> <td style="width: 80%;">Tanque de homogenización</td> </tr> <tr> <td>Punto 2</td> <td>P2</td> <td>Salida GEM</td> </tr> <tr> <td>Punto 3</td> <td>P3</td> <td>Reactor anaerobio</td> </tr> <tr> <td>Punto 4</td> <td>P4</td> <td>Reactor aerobio</td> </tr> </table>												Punto 1	P1	Tanque de homogenización	Punto 2	P2	Salida GEM	Punto 3	P3	Reactor anaerobio	Punto 4	P4	Reactor aerobio																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Punto 1	P1	Tanque de homogenización																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Punto 2	P2	Salida GEM																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Punto 3	P3	Reactor anaerobio																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Punto 4	P4	Reactor aerobio																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="4">Prueba 1</th> <th colspan="4">Prueba 2</th> <th colspan="4">Prueba 3</th> <th rowspan="2">Firma</th> </tr> <tr> <th>P1</th> <th>P2</th> <th>P3</th> <th>P4</th> <th>P1</th> <th>P2</th> <th>P3</th> <th>P4</th> <th>P1</th> <th>P2</th> <th>P3</th> <th>P4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>17</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>18</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>19</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>21</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>22</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>23</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>24</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>25</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>26</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>27</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>28</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>29</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>31</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>															Prueba 1				Prueba 2				Prueba 3				Firma	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	1														2														3														4														5														6														7														8														9														10														11														12														13														14														15														16														17														18														19														20														21														22														23														24														25														26														27														28														29														30														31													
	Prueba 1				Prueba 2				Prueba 3				Firma																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
13																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
17																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
19																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
27																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Reviso: _____ Supervisor Medio ambiente y sustentabilidad		Autorio: _____ Gerente de mantenimiento																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

Fuente: elaboración propia.

Figura 37. Formato para resultado de pruebas en PTAR

		FORMATO PRUEBAS PTAR (PTAR - 02)																			
Mes: _____		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Punto 1</td> <td style="width: 15%;">P1</td> <td>Tanque de homogenizacion</td> </tr> <tr> <td>Punto 2</td> <td>P2</td> <td>Salida GEM</td> </tr> <tr> <td>Punto 3</td> <td>P3</td> <td>Reactor anaerobio</td> </tr> <tr> <td>Punto 4</td> <td>P4</td> <td>Reactor aerobio</td> </tr> </table>		Punto 1	P1	Tanque de homogenizacion	Punto 2	P2	Salida GEM	Punto 3	P3	Reactor anaerobio	Punto 4	P4	Reactor aerobio						
Punto 1	P1	Tanque de homogenizacion																			
Punto 2	P2	Salida GEM																			
Punto 3	P3	Reactor anaerobio																			
Punto 4	P4	Reactor aerobio																			
		Prueba de jarras		Prueba alfa			Solidos Suspendidos														
		Coagulante	Foculante	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P4	Firma										
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					
21																					
22																					
23																					
24																					
25																					
26																					
27																					
28																					
29																					
30																					
31																					
Reviso: _____ Supervisor Medio ambiente y sustentabilidad		Autorio: _____ Gerente de mantenimiento																			

Fuente: elaboración propia.

3.4. Costos de la propuesta

Los costos en los que se incurrió para la elaboración de la documentación de los procedimientos en la planta de tratamiento de aguas residuales fueron:

Un especialista en procesos es la persona que realiza la documentación de cada uno de los procedimientos y verifica los detalles. Para los costos de la propuesta se calculan los servicios de esta persona durante un mes y su contratación puede ser temporal.

Se necesitaron impresiones de cuadernillos para los formatos utilizados que fueron encuadernados y otros gastos que se desglosan en la tabla XXI.

Tabla XXI. **Costos de la propuesta de capacitación**

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Total
Especialista en procesos	1	Q.6 000,00	Q6 000,00
Impresiones	50	Q 1,00	Q 50,00
Lapiceros	3	Q 1,00	Q 3,00
Marcadores de pizarrón	2	Q 5,00	Q 10,00
Resmas de papel	1	Q 50,00	Q50,00
Impresión flujo segunda etapa con marco	1	Q 100,00	Q 100,00
Total			Q 6 213,00

Fuente: elaboración propia.

4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN

4.1. Diagnóstico de necesidades de capacitación

Para realizar el diagnóstico se hicieron entrevistas no estructuradas y observación directa en las áreas de trabajo. De esta manera, se conocieron las necesidades de capacitación dentro del área de mantenimiento. Se enfatizó en temas relacionados con el mantenimiento preventivo y deficiencias en la planta de tratamiento de aguas residuales.

Las técnicas utilizadas para detectar las necesidades de capacitación se utilizaron:

- Entrevista. Consiste en recabar la información a través de un diálogo entre el entrevistador y los colaboradores. Se entrevistó también a los jefes inmediatos para preguntar en que consideran ellos que deben capacitarse sus subordinados.
- Observación. Consiste en observar la conducta en el trabajo para compararla con el patrón esperado. De esta manera, se detectaron las deficiencias que indican la necesidad de capacitar.
- Encuesta. Consiste en recoger la información aplicando un cuestionario previamente diseñado en el que las respuestas se dan por escrito.

Se presentaron necesidades especiales en relación con la implementación del software gestor de mantenimiento en los trabajos en taller se identificó la necesidad de la realización de un evento 5S's y en la planta de tratamiento de

aguas residuales donde se encontraron necesidades para que el personal conozca la importancia del uso de equipo de protección personal. Estos y otros hallazgos se mencionan a continuación:

- Importancia del mantenimiento preventivo
- Actualización del mantenimiento preventivo
- Generalidades del gestor MP9
- Generación de órdenes de trabajo
- Cierre de órdenes de trabajo
- Importancia de la cultura 5S's dentro del departamento.
- Equipo de protección personal
- Riesgos industriales
- Requisición de repuestos
- Seguridades de las maquinarias
- Uso de químicos y sus riesgos
- Relación de inocuidad y mantenimiento

4.2. Plan de capacitación

La empresa confiere importancia capital a la integridad de sus colaboradores y su crecimiento profesional y personal, dentro de la empresa, se relaciona con la capacitación que se le. Por esto, la capacitación al personal se debe ejecutar constantemente para fortalecer los métodos y los conocimientos del cada uno de los colaboradores.

El plan de capacitación va dirigido al área de mantenimiento para fortalecer los esfuerzos que se realizan en aras de la mejora continua de los procesos que se llevan a cabo. En este caso se capacitó al personal en la gestión del plan de mantenimiento preventivo.

Los objetivos del plan:

- Capacitar al personal para la ejecución correcta de las actividades que se actualizará para la gestión del mantenimiento preventivo.
- Informar a los técnicos mecánicos de la importancia de llevar a cabo, correctamente, la ejecución del plan de mantenimiento preventivo.
- Capacitar al personal de cuarto de máquinas para la utilización del gestor de mantenimiento MP9.
- Informar al personal sobre la utilización de los nuevos formatos de órdenes de trabajo.

Los temas seleccionados para el plan de capacitación anual fueron seleccionados del diagnóstico realizado, seleccionando de los hallazgos los temas más importantes.

Importancia del mantenimiento preventivo

Se determinó este tema como inicio del plan general de capacitación que se propone dada la importancia de que los colaboradores comprendan cual es el objetivo principal de la correcta ejecución del mantenimiento preventivo.

La capacitación está dirigida al grupo de mecánicos de la empresa y jefes de mecánicos que son los responsables de la realización del mantenimiento preventivo.

El encargado de impartir la capacitación es el responsable de la implementación del gestor de mantenimiento preventivo. Se realizará en la sala de juntas ubicada en la planta de producción y tendrá una duración de 90

minutos. Se realizará con una charla destacando el tema con la participación del gerente de mantenimiento. El detalle se presenta en la tabla XXII.

Tabla XXII. **Plan de capacitación 1**

Tema: Importancia del mantenimiento preventivo	
Responsable	Responsable de gestor de mantenimiento
Fecha Inicio	30/11/2016 fecha fin 30/11/2016
Objetivo:	Crear conciencia de la importancia que tiene la buena ejecución del plan de mantenimiento preventivo.
Recursos:	Humano: expositores Materiales: hojas y lapiceros Equipo: cañonera y computadora
Duración	90 minutos

Fuente: elaboración propia.

Actualización del plan de mantenimiento

El objetivo principal del tema de capacitación es dar a conocer los cambios en el plan de mantenimiento actual, las mejoras incorporadas y cómo se debe involucrar cada colaborador para que la actualización sea un éxito.

La capacitación está dirigida al grupo de mecánicos de la empresa y jefes de mecánicos, responsables de la realización del mantenimiento preventivo.

El encargado de impartir la capacitación es el responsable de la implementación del gestor de mantenimiento preventivo. Se realizará en la sala de juntas ubicada en la planta de producción y tendrá una duración de 60 minutos. Se realizará con una charla destacando el tema con la participación del gerente de mantenimiento. El detalle se presenta en la tabla XXIII.

Tabla XXIII. **Plan de capacitación 2**

Tema: Actualización de plan de mantenimiento preventivo

responsable	Responsable de gestor de mantenimiento
Fecha Inicio	07/12/2016 fecha fin 07/12/2016
Objetivo:	Comunicar sobre los cambios que ser realizaron en el plan de mantenimiento y asignar las responsabilidades de cada quien.
Recursos:	Humano: expositores Materiales: hojas y lapiceros Equipo: cañonera y computadora
Duración	60 minutos

Fuente: elaboración propia.

Generalidades de gestor MP9

La importancia de capacitar a los colaboradores del departamento de mantenimiento sobre las generalidades de MP9 radica en que los técnicos serán responsables de su correcta utilización.

La capacitación está dirigida al grupo de mecánicos de servicios generales y cuarto de máquinas y jefes de mecánicos, responsables de la mejora continua del software.

El encargado de impartir la capacitación es el responsable de la implementación del gestor de mantenimiento preventivo. Se realizará en el área de mantenimiento, donde está instalado el software. Esta capacitación se realizará en diferentes partes para los técnicos involucrados una sesión individual. Durará 30 minutos y el detalle se presenta en la tabla XXIV.

Tabla XXIV. **Plan de capacitación 3**

Tema: Generalidades de gestor de mantenimiento mp9

Responsable	Generalidades de MP9
Fecha Inicio	08/12/2016 fecha fin 08/12/2016
Objetivo:	Dar a conocer las generalidades del gestor de mantenimiento a los colaboradores que estarán involucrados al proyecto.
Recursos:	Humano: expositores Materiales: hojas y lapiceros Equipo: cañonera y computadora
Duración	30 minutos

Fuente: elaboración propia.

Utilización de gestor MP9

La utilización del gestor MP9 es una capacitación dirigida a los técnicos encargados de implementar el software, para que aprendan a utilizar el software, en especial a donde ellos tendrán acceso.

La capacitación está dirigida al grupo de mecánicos de servicios generales y cuarto de máquinas y jefes de mecánicos responsables de la mejora continua del software.

El encargado de impartir la capacitación es el responsable de la implementación del gestor de mantenimiento preventivo. Se realizará en el área de mantenimiento donde está instalado el software. Esta capacitación se realizará en diferentes sesiones para los técnicos involucrados. Durará 30 minutos y abarcará dos martes seguidos cada uno. El detalle se presenta en la tabla XXV.

Tabla XXV. **Plan de capacitación 4**

Tema: Utilización del gestor mp9

Responsable	Responsable de gestor de mantenimiento
Fecha Inicio	13/11/2016 fecha fin 20/11/2016
Objetivo:	Explicar a los tres técnicos mecánicos como utilizar el gestor de mantenimiento.
Recursos:	Humano: expositores Materiales: hojas y lapiceros Equipo: computadora
Duración	180 minutos

Fuente: elaboración propia.

Órdenes de trabajo

La generación de las órdenes de trabajo es un aspecto fundamental dentro de la implementación del gestor de mantenimiento. El objetivo principal de esta capacitación es que los colaboradores puedan crear las nuevas órdenes de trabajo e instruir para resolverlas.

La capacitación está dirigida al grupo de mecánicos de servicios generales y cuarto de máquinas y jefes de mecánicos que son los responsables de la mejora continua del software.

El encargado de impartir la capacitación es el responsable de la implementación del gestor de mantenimiento preventivo. Se realizará en el área de mantenimiento donde está instalado el software. Esta capacitación se realizará en diferentes partes para los técnicos involucrados. Durará 30 minutos y abarcará dos martes seguidos. El detalle se presenta en la tabla XXVI.

Tabla XXVI. **Plan de capacitación 5**

Tema: Órdenes de trabajo

Responsable	Responsable de gestor de mantenimiento
Fecha Inicio	20/12/2016 fecha fin 17/11/2016
Objetivo:	Dar a conocer la creación de órdenes de trabajo y la forma de su ejecución.
Recursos:	Humano: expositores Materiales: hojas y lapiceros Equipo: computadora
Duración	180 minutos

Fuente: elaboración propia.

Riesgos industriales

La importancia de esta capacitación fue detectada en el área de la planta de tratamiento de aguas residuales, debido a que el personal utiliza diferentes químicos y no son conscientes de los riesgos que corren.

La capacitación está dirigida a los trabajadores de la planta de tratamiento y su encargado y se enfocará en los riesgos que se corren trabajando con químicos.

El encargado de impartir la capacitación deberá ser una persona especializada en químicos y puede ser un profesional de la empresa que provee los químicos. Se realizará en la sala de juntas de proveedores y tendrá una duración de 60 minutos. Se realizará con dos charlas en dos meses destacando el tema con la participación del encargado de salud ocupacional. El detalle se presenta en la tabla XXVII.

Tabla XXVII. **Plan de capacitación 6**

Tema: Riesgos industriales

Responsable	Encargado de seguridad ocupacional
Fecha Inicio	Abril 2017 fecha fin Mayo 2017
Objetivo:	Concientizar sobre los riesgos que se poseen en el lugar de trabajo y las posibles enfermedades relacionadas.
Recursos:	Humano: expositores Materiales: hojas y lapiceros Equipo: cañonera y computadora Refacción
Duración	120 minutos

Fuente: elaboración propia.

Importancia de equipo de protección personal

Como parte del seguimiento de la capacitación de riesgos industriales se calendariza una capacitación sobre la importancia del equipo de protección personal.

La capacitación está dirigida al grupo de mantenimiento y planta de tratamiento de aguas residuales, responsables de la realización del mantenimiento preventivo.

El encargado de impartir la capacitación es el responsable de la seguridad ocupacional de la empresa y posiblemente un representante del proveedor de los equipos de protección de la empresa. Se realizará en la sala de juntas de proveedores y tendrá una duración de dos sesiones de 60 minutos. Se realizará con una charla destacando el tema y participará el encargado de seguridad ocupacional de la empresa. El detalle se presenta en la tabla XXVIII.

Tabla XXVIII. **Plan de capacitación 7**

Tema: Equipo de protección personal

Responsable	Encargado de seguridad ocupacional
Fecha Inicio	Junio 2017 fecha fin Julio 2017
Objetivo:	Crear conciencia de la importancia que tiene la buena ejecución del plan de mantenimiento preventivo.
Recursos:	Humano: expositores Materiales: hojas y lapiceros Equipo: cañonera y computadora Refacción
Duración	120 minutos

Fuente: elaboración propia.

Eventos 5S's

Con ello, se propone dar seguimiento a la creación de la cultura dentro de la empresa y su implementación en el área de mantenimiento. Con ello, se procura reducir accidentes ayudar con la inocuidad del proceso.

La capacitación está dirigida al grupo de mecánicos de la empresa y jefes de mecánicos, responsables de la realización del mantenimiento preventivo.

El encargado de impartir la capacitación es el responsable sistemas de gestión de la empresa. Se realizará en la sala de juntas ubicada en la planta de producción y tendrá una duración de 4 sesiones de 60 minutos. Se realizará con cuatro charlas a lo largo de cuatro meses culminando con un evento 5S's. El detalle se presenta en la tabla XXIX.

Tabla XXIX. **Plan de capacitación 8**

TEMA: 5 S´S

Responsable	Responsable de gestión de la empresa
Fecha Inicio	Agosto 2017 fecha fin Noviembre 2017
Objetivo:	Crear una cultura 5s en el área de mantenimiento.
Recursos:	Humano: expositores Materiales: hojas y lapiceros Equipo: cañonera y computadora Refacción
Duración	240 minutos

Fuente: elaboración propia.

Para llevar a cabo las capacitaciones se utiliza el salón de juntas de la planta de producción ya que cuenta con equipo audiovisual. Se realiza una presentación con la información general de la actualización del plan de mantenimiento preventivo. La capacitación del personal para el uso del gestor de mantenimiento se desarrolla mediante un plan individual para poder realizar la capacitación con el equipo. También se creó un instructivo de funcionamiento del programa MP9 para que sirva de soporte a los técnicos en su ejecución.

Tabla XXX. **Plan de capacitación**

Tema	Personal capacitado	Fecha	Lugar
Importancia del mantenimiento preventivo	Técnicos mecánicos	30/11/2016	Planta de producción BGU
Actualización del plan de mantenimiento	Técnicos mecánicos	30/11/2016	Planta de producción BGU
Generalidades de gestor MP9	Técnicos mecánicos	30/11/2016	Planta de producción BGU
Creación de usuario ingreso y salida al gestor	Técnico I de cuarto de máquinas	30/11/2016	Planta de producción BGU
Creación de usuario ingreso y salida al gestor	Técnico II de cuarto de máquinas	30/11/2016	Planta de producción BGU
Creación de usuario ingreso y salida al gestor	Técnico III de cuarto de máquinas	30/11/2016	Planta de producción BGU

Continuación tabla XXX.

Generación de órdenes de trabajo	Técnico cuarto de máquinas	I de	30/11/2016	Planta de producción BGU
Generación de órdenes de trabajo	Técnico cuarto de máquinas	II de	30/11/2016	Planta de producción BGU
Generación de órdenes de trabajo	Técnico cuarto de máquinas	III de	30/11/2016	Planta de producción BGU
Cierre de órdenes de trabajo	Técnico cuarto de máquinas	I de	30/11/2016	Planta de producción BGU
Cierre de órdenes de trabajo	Técnico cuarto de máquinas	I de	30/11/2016	Planta de producción BGU
Cierre de órdenes de trabajo	Técnico cuarto de máquinas	III de	30/11/2016	Planta de producción BGU

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXI. **Plan de Capacitación 2017**

Tema	Personal a capacitar	Lugar	Fecha	Duración
Riesgos industriales	PTAR	PTAR	Abril y mayo 2017	2 hora
Importancia del EPP	PTAR	Sala de juntas de planta de producción	Junio 2017	1 hora
Eventos 5S's	Almacén	Sala de juntas de planta de producción	Agosto 2017	2 horas
Eventos 5S's	PTAR	Sala de juntas de planta de producción	Septiembre 2017	2 horas
Importancia del EPP	Técnicos Mecánicos	Sala de juntas de planta de producción	Julio 2017	1 hora
Evento 5S's	Técnicos mecánicos	Sala de juntas de planta de producción	Octubre 2017	2 horas
Evento 5S's	Técnicos mecánicos	Sala de juntas de planta de producción	Noviembre 2017	2 horas

Fuente: elaboración propia.

Para llevar un control de las personas que asisten a las actividades de capacitación, se diseñó un formato, como se muestra en la figura 38 y 39. De esta manera se notificará a los encargados de las capacitaciones en las que el personal ha participado.

Figura 38. **Formato de asistencia capacitaciones implementación mp9**

BIMBO DE GUATEMALA SA							
Implementacion de MP9							
		Capacitacion 1	Generalidades de gestor MP9				
		Capacitacion 2	Creación de usuario ingreso y salida al gestor				
		Capacitacion 3	Generación de órdenes de trabajo				
		Capacitacion 4	Cierre de órdenes de trabajo				

FECHA		TECNICO	Capacitacion 1	Capacitacion 2	Capacitacion 3	Capacitacion 4	FIRMA
	1						
	1						
	1						
	2						
	2						
	2						
	3						
	3						
	3						
	4						
	4						
	4						
	5						
	5						
	5						
	6						
	6						
	6						
	7						
	7						
	7						
	8						
	8						
	8						
	9						
	9						
	9						
	10						
	10						
	10						
	11						
	11						

Fuente: elaboración propia.

Figura 39. **Listado de asistencia capacitaciones área de mantenimiento**

BIMBO DE GUATEMALA SA
 Capacitaicones area de mantenimiento
 Listado de asistencia

Fecha				
Expositor				
Tema de capacitación				

No.	Nombre y apellido	Linea	firma
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

Fuente: elaboración propia.

4.3. Resultados de capacitación

Una vez diseñado el plan de capacitación los resultados que se esperan se encaminan a la implementación, en toda la planta, de la nueva gestión del plan de mantenimiento preventivo para la mejora continua en las actividades del área. De las capacitaciones impartidas se obtuvieron los siguientes resultados:

Importancia de mantenimiento preventivo

- Concientizar a los técnicos mecánicos de la importancia que el mantenimiento preventivo se ejecute de manera correcta.
- Haber creado interés en los jefes de mecánicos de porque se debe dar seguimiento a los trabajos realizados por los técnicos.

Actualización de plan de mantenimiento preventivo

Los colaboradores ahora:

- Conocen los puntos en que se mejoró el plan de mantenimiento preventivo.
- Saben cuáles son las responsabilidades que cambiaron.
- Conocen los nuevos procedimientos.

Generalidades de gestor mp9

Los colaboradores ahora:

- Conocen sobre el software que se implementó para gestionar de una mejor manera los trabajos de mantenimiento preventivo.
- Cada uno sabe de su papel y relación con la nueva implementación.
- Colaboradores y jefes conocen los objetivos de la implementación.

Utilización de gestor de mantenimiento

Los colaboradores ahora:

- Pueden ingresar a su cuenta personal del *software*.
- Pueden informar de modificaciones a los equipos.
- Pueden ver los calendarios de mantenimiento pendientes
- Los jefes pueden administrar las cuentas de los técnicos mecánicos.

Ordenes de trabajo

Los colaboradores ahora:

- Pueden generar sus propias órdenes de trabajo.
- Pueden cerrar las ordenes de trabajo realizadas.
- Los jefes pueden dar por finalizada una orden de trabajo.
- Los jefes de mecánicos pueden asignarle a cada trabajador las horas trabajadas.
- Los técnicos pueden asignar las refacciones utilizadas en la orden de trabajo realizada.

4.4. Costos de la propuesta

Los costos de la ejecución de las capacitaciones incluyeron la organización y material de apoyo, ya que los capacitadores forman parte del personal de la empresa. Los costos se detallan:

Recursos humanos: los costos incurridos por recursos humanos abarcan solo los gastos de alimentación y hospedaje, si fuera necesario. Los expositores forman parte del personal de empresas proveedoras y existe un convenio de capacitación.

Alimentación: Q. 100.00

Hospedaje: Q. 125.00 Total Q. 225.00

Recursos materiales: materiales de útiles y oficina necesarios lapiceros hojas y marcadores, si fueran necesarios. Los paquetes cuestan, aproximadamente, Q. 25.00

Recursos equipo: se utiliza equipo propio de la empresa por lo que no incurre en costos.

Recursos de alimentación: cuando las capacitaciones duran aproximadamente una hora, los participantes recibieron un jugo o agua gaseosa con un costo aproximado de Q4.00 cada uno. El resumen se muestra en la tabla XXXI.

Tabla XXXII. **Costos de plan de capacitación**

	Plan	Costos				Total
		Humano	Materiales	Equipos	Alimentos	
1	Importancia de mantenimiento preventivo	Q100,00	Q,25,00	0,00	Q120,00	Q 245,00
2	Actualización de plan de mantenimiento preventivo	Q100,00	Q,25,00	0,00	Q120,00	Q 245,00
3	Generalidades de gestor mp9	Q100,00	Q,25,00	0,00		Q 125,00
4	Utilización de gestor de mantenimiento	Q100,00	Q,25,00	0,00		Q 125,00
5	Ordenes de trabajo	Q100,00	Q,25,00	0,00		Q 125,00
6	Riesgos industriales	Q250,00	Q,25,00	0,00	Q240,00	Q515,00
7	Importancia de uso de equipo de protección personal	Q250,00	Q,25,00	0,00	Q240,00	Q515,00
8	Cultura 5S's	Q250,00	Q,100,00	0,00	Q480,00	Q515,00
Total						Q2410,00

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El área de mantenimiento y la de producción son la columna vertebral de una industria. Es importante velar por la actualización de los equipos nuevos de la empresa, esto fortalecerá los trabajos que se realicen en beneficio de la empresa.
2. Toda actividad siempre será susceptible de mejorarse. Por ello, es importante mejorar los procesos y procedimientos. Los jefes de mecánicos deben fortalecer los lineamientos que llevan a la consecución de los objetivos.
3. Las optimizaciones de gastos deben ir de la mano con la eficacia de los trabajos y la disponibilidad de los equipos. Es importante seleccionar a las personas indicadas para la realización de los mantenimientos con capacitación constante. Se puede profesionalizar al personal para disminuir de esta manera las contrataciones externas.
4. Las mejoras que se realicen en un sistema de gestión siempre ayudarán a la consecución de los objetivos. Una gestión más simple y sencillas de llevar a cabo ayuda a mantener un mejor control de todas las actividades que se llevan a cabo. Será responsabilidad de los jefes y maestros de mecánicos llevar un control correcto de las cargas de trabajo.
5. El crecimiento de la empresa obliga a velar por la buena ejecución de los trabajos de mantenimiento, manejar historiales, trabajos pendientes, distribución de trabajos, entre otras cosas. Para ello, se implementa el

gestor de mantenimiento como herramienta de ayuda para manejar un control al momento que se necesita y será responsabilidad de los jefes de mecánicos crear su mejora continua.

6. Los procedimientos bien definidos son importantes para cualquier trabajo porque se estandarizan y tienen como objetivo dar resultados eficientes y efectivos. Esto ayuda a disminuir accidentes dentro de los lugares de trabajo. Es responsabilidad del encargado de sustentabilidad y medio ambiente la actualización de la documentación.

7. En un diagnóstico de necesidades de capacitación evidencia hallazgos de las necesidades dentro del área. Las capacitaciones procuran una buena implementación de una nueva forma de gestión y concientizar de la importancia de un trabajo seguro para proteger la integridad de las personas.

RECOMENDACIONES

1. Realizar un apartado en el presupuesto de mantenimiento para la contratación de nuevo personal o especializar a los técnicos que puedan llevar a cabo los trabajos realizados actualmente por empresas externas de mantenimiento.
2. Contemplar en la planificación y presupuesto anual los gastos que comprenden la etapa inicial del proyecto donde se necesita iniciar la disminución de trabajos realizados por empresas externas y que los técnicos contratados puedan realizar las rutinas más sencillas de la maquinaria compleja.
3. Contratar de una persona encargada de crear una gestión simple, de realizar constantemente una evaluación del sistema de gestión en el área fácil de manejar, pero que este enfocada a la consecución de objetivos. Además, se recomienda que esta persona quede encargada de una transición de mantenimiento preventivo a predictivo.
4. Dar un enfoque especial a la nueva gestión del mantenimiento e implementar gradualmente el mantenimiento predictivo dentro de los procesos de mantenimiento como parte de la mejora continua. Para ello, se contará con el equipo de la planta, pero de manera rutinaria. Reduciendo también el tiempo libre de los técnicos mecánicos.
5. De suma importancia será la retroalimentación que se le dé al gestor de mantenimiento. Esto hará que los resultados estén apegados a la situación actual de la empresa. Es responsabilidad de la persona

encargada de la gestión en mantenimiento crear esa mejora continua y de los técnicos el fortalecer la retroalimentación.

6. Tener un plan de actualización de la documentación en todo momento para poder llevar un mejor control de los procedimientos en la planta de tratamiento de aguas residuales para obtener el mejor provecho de los equipos de última tecnología con los que se cuenta. Es responsabilidad del encargado de sustentabilidad y ambiente.
7. Siempre es importante contar con un plan de capacitación, en este caso, enfocado para un año, pero es responsabilidad del equipo de mantenimiento en conjunto identificar las necesidades que deben ser cubiertas con capacitación.

BIBLIOGRAFÍA

1. CANTORAL VERAS, Harry Allan Roberto. *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la industria de Café Quetzal. Trabajo de graduación Ingeniero Mecánico.* Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2009. 110p.
2. DE LEON SALAZAR, Ludwig Geampablo. *Implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales en forma automática para minimizar el consumo de agua potable en el área de producción de una industria panificadora.* Trabajo de Graduación Ingeniero industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 2014. 45p.
3. GARCIA GARRIDO, Santiago. *Renovetec Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial Ingeniería de mantenimiento.* 1a. Ed. Editorial Renovetec 2012. 10p.
4. LARIOS REN, Hugo Tomás. *Diseño de plan de mantenimiento preventivo del área de calderas del Hospital Nacional Santa Elena de Santa Cruz del Quiché, El Quiché.* Trabajo de graduación Ingeniero Mecánico. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 64p.
5. LOPEZ OROZCO, Amílcar Jeremías. *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo en maquinaria para el uso de la construcción de carreteras en los talleres de la empresa Codipa*

S.A. Trabajo de graduación Ingeniero Mecánico. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. 128p.

6. TAVERES Lourival. *Administración Moderna de Mantenimiento*. Novo Polo Publicaciones. Brasil. 158p.

APÉNDICE

Apéndice 1. Instructivo de uso y capacitación MP9



Continuación apéndice 1.

Modificación del Sistema

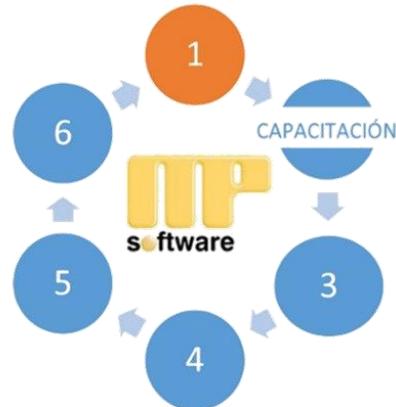
El primer paso para poder poner en marcha el uso del software es la modificación del sistema ingresando los inventarios de equipos, los planes de mantenimiento, asociando equipos y planes, calendarizando primer mantenimiento.

Esta etapa esta en 90% completa actualmente lo que permite avanzar a la etapa de capacitación.



Capacitación

La segunda etapa es la capacitación. Es importante que para que la ejecución e implementación se den de una manera exitosa, todos los involucrados no tengan dudas de lo que se está realizando.



Por lo que se evalúan puntos importantes de capacitación:

1. Importancia de la buena ejecución de un mantenimiento preventivo.
2. Generalidades del Software MP9.
3. Detalles de las órdenes de trabajo.
 - a. Generación de las órdenes de trabajo.
 - b. Impresión de las órdenes de trabajo.
 - c. Cierre de las órdenes.
 - d. Especificaciones del formato de las órdenes de trabajo.

Continuación apéndice 1.

Implementación

Terminada la capacitación se puede dar paso a la implementación que será la generación de órdenes de trabajo en el programa.

Se cargara a los responsables las ordenes generadas, el programa calcula el tiempo acumulado que se le carga a cada quien.

Se imprimen las órdenes de trabajo de la semana de inicio.



Ejecución

Luego de haber sido generadas, asignadas e impresas las ordenes de trabajo. Estas están abiertas oficialmente. Y se tendrá una semana de tiempo para que puedan finalizarse.

Cuando las ordenes de trabajo son realizadas estas deben ser cerradas en el programa, también a lo largo de la semana puede irse actualizando los avances en las mismas.

Cada orden de trabajo tiene en la parte inferior un espacio donde puede colocarse observaciones, de los trabajos realizados, así como repuestos consumidos, en la realización de la orden. Se debe entregar la orden de trabajo terminada, firmada con fecha y hora de entrega e ingreso al programa.



Continuación apéndice 1.

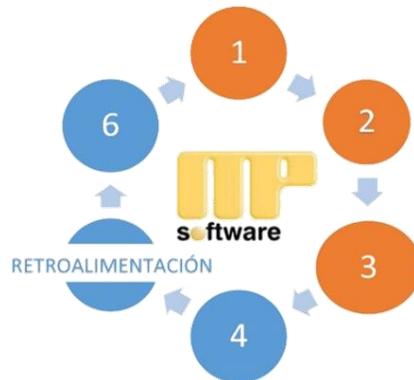
Retroalimentación de los técnicos y usuarios en la ejecución.

Una parte muy importante para obtener éxito en la implementación del software MP9, es la retroalimentación que se pueda dar a las órdenes de trabajo.

La mejora continua de la base de datos es un trabajo en conjunto, la importancia de que las personas que lleven a cabo las ordenes de trabajo puedan enriquecer la rutina, ya sea agregando o quitando actividades que no sean necesarias.

También es importante el informe de las refacciones consumidas, para que estas puedan quedar registradas en el programa y cuando el ciclo cierre y toque de nuevo un mantenimiento a la misma máquina, el mismo programa pueda avisar sobre la existencia de las refacciones necesarias.

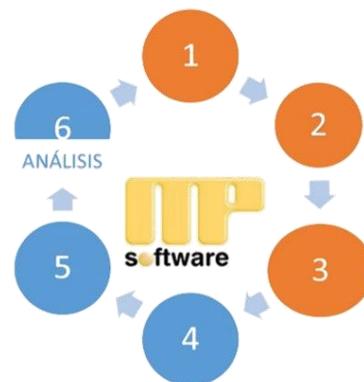
Todos los cambios y notas deben ser agregados al programa siempre y cuando estos sean para mejorar el trabajo del mismo.



Análisis de los datos obtenidos por el MP9

Luego de ingresados los datos y después de un tiempo de estar gestionando el mantenimiento preventivo con el software MP9 los datos pueden ser analizados.

Obtener las frecuencias de los mantenimientos realizados



Continuación apéndice 1.

Generalidades Software Mantenimiento Preventivo MP9

Catálogos

En la primer pestaña del menú principal se encuentran los catálogos de equipos, localizaciones, planes, repuestos y consumibles, mano de obra, proveedores y servicios, herramientas y auxiliares.

Las pestañas más utilizadas en este caso son:

Equipos

1. Se agregan los equipos o máquinas
2. Sirve para modificar el nombre, localización o una característica en especial de un equipo
3. Sirve para eliminar un equipo del catalogo

1 2 3

MP Ver.9.7 Empresarial - [Catálogos - Equipos]

Principal Ver Herramientas Reportes Ayuda

Catálogos **Catálogos - Equipos**

Equipos
Localizaciones/Inmuebles
Planes
Repuestos y Consumibles
Mano de Obra
Proveedores y Servicios
Herramientas
Auxiliares

Filtro rápido

Analiza el encabezado de la Columna a esta área para agruparla

Tipo	Descripción	Clasificación 1	Capacidad	Marca	Modelo	Identificado
AJONJOLINADOR	AJONJOLINADOR	LINEA DE GALLETAS				
APILADOR	APILADOR	LINEA DE TOSTADOS				
APILADOR	APILADOR	LINEA DE TORTILLAS				
APILADOR	APILADOR	LINEA DE GALLETAS				
APILADOR DE GALLETAS	APILADOR DE GALLETAS	LINEA DE CRACKERS				
APILADOR CONTADOR	APILADOR CONTADOR	LINEA DE TOSTADAS				
APLICADOR DE ACEITE COMAS	APLICADOR DE ACEITE COMAS	LINEA DE CRACKERS				
APLICADOR DE BRILLO (BARRA LINAZA)	APLICADOR DE BRILLO (BARRA LINAZA)	LINEA DE GALLETAS				
APLICADOR DE CANELA	APLICADOR DE CANELA	LINEA DE ROLES-BOLLERIA				
APLICADOR DE COCO (BCM 00393)	APLICADOR DE COCO (BCM 00393)	LINEA DE MALVAVISCOS				
APLICADOR DE HUEVO	APLICADOR DE HUEVO	LINEA DE CRACKERS				
APLICADOR DE SEMILLAS	APLICADOR DE SEMILLAS	LINEA DE PAN 2				
ARTEZA	ARTEZA	LINEA DE GALLETAS				
ATADORA	ATADORA	LINEA DE PAN 1				
ATADORA NO. 1	ATADORA NO. 1	LINEA DE PAN 2				
ATADORA NO. 2	ATADORA NO. 2	LINEA DE PAN 2				
ATADORA NO. 3	ATADORA NO. 3	LINEA DE PAN 2				
AZUCARADOR	AZUCARADOR	LINEA DE GALLETAS				
AZUCARADOR DE BIMBUÑUELOS	AZUCARADOR DE BIMBUÑUELOS	LINEA DE DONAS				
AZUCARADOR DE DONAS (BCM-00103)	AZUCARADOR DE DONAS (BCM-00103)	LINEA DE DONAS				
BANDA DE BOLEO	BANDA DE BOLEO	LINEA DE PAN 2				
BANDA SANITARIA NO. 1	BANDA SANITARIA NO. 1	LINEA DE ROLES-BOLLERIA				
BANDA SANITARIA NO. 2	BANDA SANITARIA NO. 2	LINEA DE ROLES-BOLLERIA				
BANDA SANITARIA NO. 3	BANDA SANITARIA NO. 3	LINEA DE ROLES-BOLLERIA				

Descripción: AJONJOLINADOR
Localización: PLANTAS NAVI 1 LINEA DE GALLETAS

Datos Generales Campos Personalizados Proveedor Notas Imágenes Archivos Adjuntos

Equipos Personalizados
Equipos: AJONJOLINADOR
Marca:
Identificado, Serie, Placas:
Otro 2:
Prioridad Baja
Tipo de Equipo:
Equipo Padre:
Centro de Costo: 3511

Capacidad
Modelo:
Otro 1:
Código:
Clasificación 1: LINEA DE GALLETAS
Clasificación 2: PROCESO

PROCESO DE GALLETAS

Total 744 Registros

BIMBO DE CENTROAMERICA, S.A. Administrador General D:\MP\cd\5\BasesMDE\MP BIMBO DE CENTROAMERICA.M91 08/11/2016 03:06 p.m. 08/11/2016

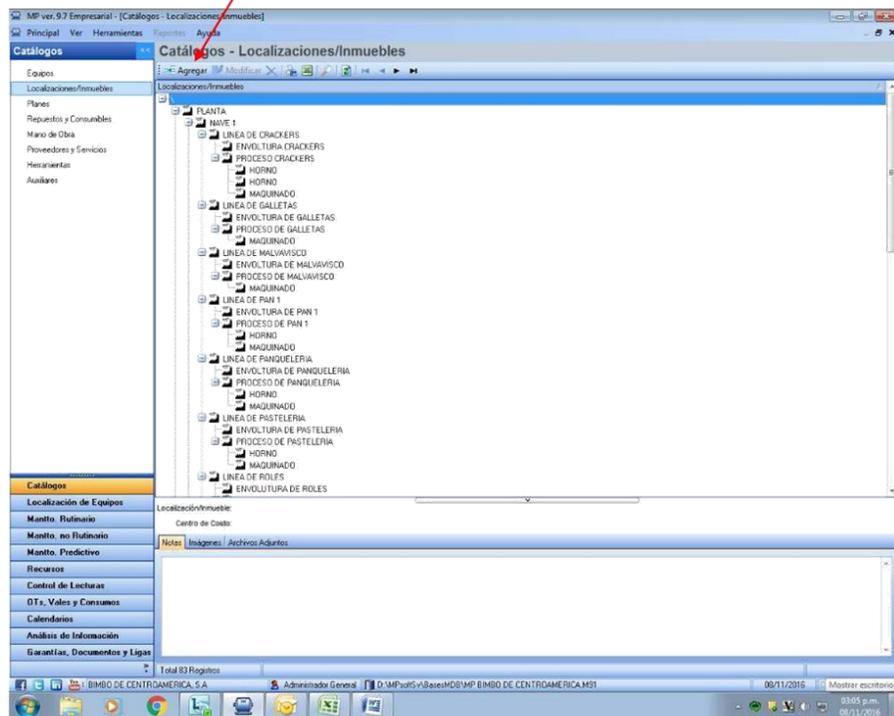
Continuación apéndice 1.

Localizaciones:

En esta pantalla se agregan las localizaciones que serán asignadas a cada equipo para poder tener un mejor control esquemático de los equipos.

1. Nos sirve para agregar nuevas localizaciones en la planta. Ejemplo si se quisiera registrar equipos de una planta de tratamiento en su tercera fase. Se tendría que crear una nueva localización como PTAR Fase III.

1



Continuación apéndice 1.

Planes:

En esta pantalla se agregan, modifican o eliminan planes o rutinas para equipos. Un mismo plan puede ser utilizado por varios equipos.

1. Sirve para agregar un nuevo plan o rutina de mantenimiento preventivo.
2. Sirve para modificar el nombre de un plan de mantenimiento preventivo creado.
3. Sirve para eliminar planes del catálogo de planes.
4. Sirve para editar las partes y actividades de un plan realizado. Ejemplo. Se realiza plan para mantenimiento de horno industrial, motores, turbinas, tuberías, válvulas o su estructura.
5. Sirve para copiar los planes de mantenimiento y poder realizar de una manera más fácil un plan muy parecido o que nos ahorre tiempo volver a crearlo de cero.
6. Sirve para exportar los planes a un formato en Excel.

The screenshot shows the 'Catálogos - Planes' window. The interface includes a menu bar with 'Agregar', 'Modificar', 'Eliminar', 'Editar Partes y Actividades', and 'Librerías'. Below the menu bar is a table of maintenance plans. A second table, titled 'Plan: CERNIDOR DE HARINA', shows a detailed list of activities with columns for 'Plano', 'Actividad', 'Frecuencia', 'Duración', 'Prioridad', 'Tipo', and 'Calificación 1'. Red arrows numbered 1 through 6 point to the following elements: 1. 'Agregar' button; 2. 'Modificar' button; 3. 'Eliminar' button; 4. 'Editar Partes y Actividades' button; 5. 'Copiar' button; 6. 'Exportar' button.

Plan	Frecuencia	Duración	Prioridad	Tipo	Calificación 1
CHUMACERAS	6 Meses	0 h 10 m	Baja	Preventivo	REVISION
CUERPO DEL CERNIDOR	6 Meses	0 h 10 m	Baja	Preventivo	REVISION
GUSANO ALIMENTADOR	6 Meses	0 h 10 m	Baja	Preventivo	REVISION
LIMPIEZA Y REVISION FINAL	6 Meses	0 h 10 m	Baja	Preventivo	LIMPIEZA
MINIANGAS DE ESCAPE	6 Meses	0 h 10 m	Baja	Preventivo	REPARO
MOTOR DE TRANSMISION	6 Meses	0 h 10 m	Baja	Preventivo	REVISION
TAMIZ	6 Meses	0 h 10 m	Baja	Preventivo	REVISION
TAPA LATERAL	6 Meses	0 h 10 m	Baja	Preventivo	REVISION

Continuación apéndice 1.

Localización de equipos

En esta pestaña se presentan las pantallas en donde podemos modificar la localización de las maquinas.

1. Modificar localización y/o equipos padres (Se diferencia una localización como el lugar de la empresa, ejemplo planta nave 1, y equipo padre puede ser línea de donas)

1

Tipo	Descripción	Localización	Equipo Padre
MAQUINADO	MAQUINADO	PLANTAS NAVE 1 LINEA DE GALLETAS	
APILADOR	APILADOR	PLANTAS NAVE 1 LINEA DE TORTILLAS PROCESO DE TORTILLAS	
APILADOR	APILADOR	PLANTAS NAVE 1 LINEA DE GALLETAS	
APILADOR	APILADOR	PLANTAS NAVE 2 LINEA DE PAN TOSTADO ENVOLTURA PAN TOSTADO	
APILADOR DE GALLETAS	APILADOR DE GALLETAS	PLANTAS NAVE 1 LINEA DE CRACKERS ENVOLTURA CRACKERS	
APILADOR-CONTADOR	APILADOR-CONTADOR	PLANTAS NAVE 2 LINEA DE TOSTADAS PROCESO TOSTADAS	
APLICADOR DE ACEITE COMAS	APLICADOR DE ACEITE COMAS	PLANTAS NAVE 1 LINEA DE CRACKERS ENVOLTURA CRACKERS	
APLICADOR DE BRILLO (BAFINA LINAZA)	APLICADOR DE BRILLO (BAFINA LINAZA)	PLANTAS NAVE 1 LINEA DE GALLETAS ENVOLTURA DE GALLETAS	
APLICADOR DE CANELA	APLICADOR DE CANELA	PLANTAS NAVE 1 LINEA DE ROLLES PROCESO DE ROLLES	
APLICADOR DE COCO (BCH-00393)	APLICADOR DE COCO (BCH-00393)	PLANTAS NAVE 1 LINEA DE MALVAISCO PROCESO DE MALVAISCO	
APLICADOR DE HUEVO	APLICADOR DE HUEVO	PLANTAS NAVE 1 LINEA DE CRACKERS PROCESO CRACKERS	
APLICADOR DE SEMILLAS	APLICADOR DE SEMILLAS	PLANTAS NAVE 2 LINEA DE PAN 2 PROCESO PAN 2	
ARTIPEZA	ARTIPEZA	PLANTAS NAVE 1 LINEA DE GALLETAS	
ATAJORA	ATAJORA	PLANTAS NAVE 1 LINEA DE PAN 1 PROCESO DE PAN 1	
ATAJORA NO. 1	ATAJORA NO. 1	PLANTAS NAVE 2 LINEA DE PAN 2 PROCESO PAN 2	
ATAJORA NO. 2	ATAJORA NO. 2	PLANTAS NAVE 2 LINEA DE PAN 2 PROCESO PAN 2	
ATAJORA NO. 3	ATAJORA NO. 3	PLANTAS NAVE 2 LINEA DE PAN 2 PROCESO PAN 2	
AZUCARADOR	AZUCARADOR	PLANTAS NAVE 1 LINEA DE GALLETAS	
AZUCARADOR DE EMBUJUELOS	AZUCARADOR DE EMBUJUELOS	PLANTAS NAVE 2 LINEA DE DONAS EMBUJUELOS PROCESO DONAS EMBUJUELOS	
AZUCARADOR DE DONAS (BCH-00103)	AZUCARADOR DE DONAS (BCH-00103)	PLANTAS NAVE 2 LINEA DE DONAS EMBUJUELOS PROCESO DONAS EMBUJUELOS	
BANDA DE BILEO	BANDA DE BILEO	PLANTAS NAVE 2 LINEA DE PAN 2 PROCESO PAN 2 MAQUINADO	
BANDA SANTARIA NO. 1	BANDA SANTARIA NO. 1	PLANTAS NAVE 1 LINEA DE ROLLES PROCESO DE ROLLES	
BANDA SANTARIA NO. 2	BANDA SANTARIA NO. 2	PLANTAS NAVE 1 LINEA DE ROLLES PROCESO DE ROLLES	

Continuación apéndice 1.

Mantto. Rutinario

Esta sección presenta las opciones de asociación de equipos con planes, mantenimientos iniciales, mantenimientos próximos, equipos fuera de servicio e historia de mantenimientos cerrados por equipo.

Asociación equipos planes: en esta pantalla se utiliza para ligar planes de mantenimiento, o desligarlos. Acá es donde se asocian los planes realizados con los equipos registrados.

1. Sirve para ligar los planes existentes con equipos del catálogo existente.
2. Sirve para desligar planes.
3. Permite exportar los datos a un formato Excel.

The screenshot shows the 'Mantto. Rutinario - Asociación Equipos-Planes' application window. The interface includes a menu bar, a toolbar, and a main data area. Three red arrows labeled 1, 2, and 3 point to the 'Ligar Planes', 'Desligar Plan', and 'Exportar' buttons in the toolbar. The main data area displays a table with the following columns: Tipo, Descripción (Equipo/Inventar), Plan ligado, and Régimen. Below this, there is a section for 'Plan: GALLETERIA-AJONJOLINADOR' with a table of activities.

Tipo	Descripción (Equipo/Inventar)	Plan ligado	Régimen
AJONJOLINADOR		CRACKER-APLICADOR	Fechas
APILADOR		GALLETERIA-APILADOR	Fechas
APILADOR		CRACKER-APILADOR	Fechas
APILADOR		GALLETERIA-APILADOR	Fechas
APILADOR DE GALLETAS		CRACKER-APILADOR	Fechas
APILADOR CONTADOR		TOSTADAS-APILADOR CONTADOR	Fechas
APLICADOR DE ACEITE COMAS		CRACKER-APLICADOR DE ACEITE	Fechas
APLICADOR DE ERILLO (BARRA LIMAZA)		GALLETERIA-APLICADOR DE BRILLO	Fechas
APLICADOR DE CAÑELA		ROLES-APLICADOR DE CAÑELA	Fechas
APLICADOR DE COCO (BOM-40093)		SPONCH-APLICADOR DE COCO	Fechas
APLICADOR DE HUEVO		CRACKER-APLICADOR DE HUEVO	Fechas
APLICADOR DE SEMILLAS		PANZ-APLICADOR DE SEMILLAS	Fechas
ARTEZA		GALLETERIA-ARTEZA	Fechas

Plan: GALLETERIA-AJONJOLINADOR	Régimen: Fechas	Unidad
▼ Botones de Operación y Luces Indicadoras	Identificación	6 Meses 0 h 10 m Baja Preventivo Identificación
▼ GENERAL	Prueba de equipo	6 Meses 0 h 10 m Baja Preventivo PRUEBA
▼ SEGURIDADES	Revisión	6 Meses 0 h 10 m Baja Preventivo REVISION
▼ SENSOR	Revisión	6 Meses 0 h 10 m Baja Preventivo REVISION
▼ SISTEMA ELECTRICO	Limpieza	6 Meses 0 h 10 m Baja Preventivo LIMPIEZA
▼ SISTEMA NEUMÁTICO	Revisión	6 Meses 0 h 10 m Baja Preventivo REVISION
▼ TOLVA	Revisión	6 Meses 0 h 10 m Baja Preventivo REVISION

Continuación apéndice 1.

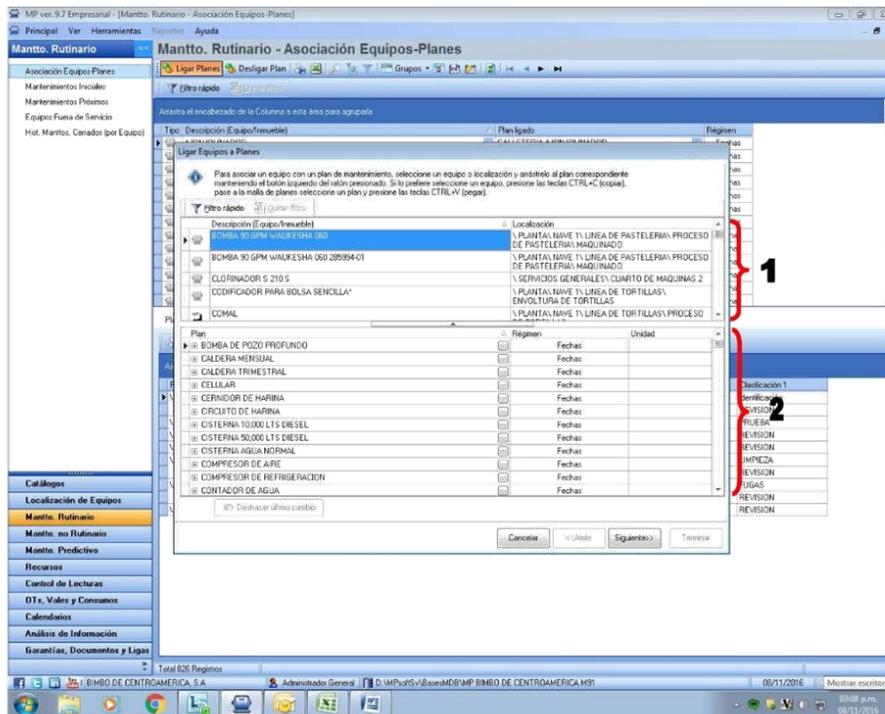
Ligar planes

Cuando se selecciona la opción ligar planes, aparece el cuadro siguiente:

En donde aparecen dos listados

1. Descripción equipos y/o inmuebles
2. Plan existentes

Nota: a cada plan pueden ser asignados diferentes equipos. Ejemplo existe un plan para calderas y tres calderas diferentes ligadas al mismo plan.



Continuación apéndice 1.

OTS, VALES Y CONSUMOS

La parte de mayor enfoque del presente documento, es importante porque aquí es donde se maneja la gestión del mantenimiento preventivo. Es la parte generadora de las órdenes de trabajo y su proceso hasta su cierre.

Fase 1 – Generador de OTs: En esta pantalla se presentan los equipos que deben atenderse en la semana en turno.

1. Se selecciona el (Equipo/Inmueble) al que se le deba crear la hoja de trabajo. Se puede seleccionar varios equipos que serán asignados al mismo técnico.
2. Luego se genera la orden de trabajo aparecerá una pantalla en donde se deberá asignar el responsable de dicha hoja de trabajo. Así el programa también podrá ir sumando las horas de cada técnico.
3. Generada la orden de trabajo esta pasara a la fase 2.

Equipos por atender hoy al Lunes (del 08/11/2016 al 14/11/2016)

Equipo	Tipo	Descripción (Equipo/Inmueble)	Tipo de Equipo	Clasificación 1	Clasificación 2	Prioridad
APILADOR	APILADOR	LINEA DE GALLETTAS	APILADOR	LINEA DE GALLETTAS	PROCESO	Baja
APILADOR	APILADOR	LINEA DE TOSTADO	APILADOR	LINEA DE TOSTADO	PROCESO	Baja
APILADOR DE GALLETTAS	APILADOR	LINEA DE CRACKERS	APILADOR	LINEA DE CRACKERS	ENVOLTURA	Baja
APILADOR CONTADOR	APILADOR	LINEA DE TOSTADAS	APILADOR	LINEA DE TOSTADAS	PROCESO	Baja
APILADOR DE ACEITE COMAS	APILADOR	LINEA DE CRACKERS	APILADOR	LINEA DE CRACKERS	ENVOLTURA	Baja

Mantenimiento Rutinario: APLADDD

Parte	Actividad	Tipo	Ataico	Clasificación 1	Clasificación 2	Prioridad	Duración	Requiere Paso
LBANDA INTRALOX	Revisión	Preventivo	630 días(1)	REVISION		Baja	0 h 10 m	
LGUARDAIS	Revisión	Preventivo	630 días(1)	REVISION		Baja	0 h 10 m	
LMOTOREDUCTOR BANDA 1	Revisión	Preventivo	630 días(1)	REVISION		Baja	0 h 10 m	
LMOTOREDUCTOR BANDA 1	Medición corriente	Preventivo	630 días(1)	ELECTRICIDAD		Baja	0 h 10 m	
LMOTOREDUCTOR BANDA 1	Limpieza	Preventivo	630 días(1)	LIMPIEZA		Baja	0 h 10 m	
LMOTOREDUCTOR BANDA 11 CADENAS, SPROKET	Revisión	Preventivo	630 días(1)	REVISION		Baja	0 h 10 m	
LMOTOREDUCTOR BANDA 11 CADENAS, SPROKET	Lubricación	Preventivo	630 días(1)	LUBRICACION		Baja	0 h 10 m	
LMOTOREDUCTOR BANDA 11 CADENAS, SPROKET	Respiete	Preventivo	630 días(1)	REVISION		Baja	0 h 10 m	

Mantenimiento no Rutinario: APLADDD

Descripción	Tipo de Trabajo	Ataico	Clasificación 1	Clasificación 2	Prioridad	Duración	Requiere Paso
No hay información							

Continuación apéndice 1.

Luego seleccionar la opción de generar orden de trabajo aparece un nuevo dialogo en el que se puede asignar al responsable de la orden de trabajo que se está creando, el programa calculara automáticamente la carga de horas de trabajo de cada técnico cargado.

OTs, Vales y Consumos - Fase 1 - Generador de OTs

Equipos por atender hoy al Lunes (del 08/11/2016 al 14/11/2016)

Generar OT	Consultar duración	Tipo	Descripción (Equipo/Rutinario)	Tipo de Equipo	Clasificación 1	Clasificación 2	Prioridad
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	OT	AZUCARADOR DE DONAS (BCM-00103)	AZUCARADOR	LINEA DE DONAS	PROCESO	Baja
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	OT	BANDA DE BOLEO	BOLEADORA	LINEA DE PAN 2	PROCESO	Baja
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	OT	BANDA SANITARIA NO. 1	BANDA	LINEA DE FOLDS-BOLLERIA	PROCESO	Baja
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	OT	BANDA SANITARIA NO. 2	BANDA	LINEA DE FOLDS-BOLLERIA	PROCESO	Baja
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	OT	BANDA SANITARIA NO. 3	BANDA	LINEA DE FOLDS-BOLLERIA	PROCESO	Baja

Mantenimiento Rutinario: AZUCARADOR DE DONAS (BCM-00103)

Actividad	Tipo	Akaso	Clasificación 1	Clasificación 2	Prioridad	Duración	Requisito Paso
<input checked="" type="checkbox"/> LAJITADOR DE AZUCAR			Revisión		Baja	0 h 10 m	
<input checked="" type="checkbox"/> LAJITADOR DE AZUCAR			REVISIÓN		Baja	0 h 10 m	
<input checked="" type="checkbox"/> LUBRIFICAS			REVISIÓN		Baja	0 h 10 m	
<input checked="" type="checkbox"/> LIMPIEZA Y REVISIÓN FINAL			REVISIÓN		Baja	0 h 10 m	
<input checked="" type="checkbox"/> LMOTOREDUCTOR			REVISIÓN		Baja	0 h 10 m	
<input checked="" type="checkbox"/> LMOTOREDUCTOR			REVISIÓN		Baja	0 h 10 m	
<input checked="" type="checkbox"/> LMOTOREDUCTOR			REVISIÓN		Baja	0 h 10 m	
<input checked="" type="checkbox"/> LMOTOREDUCTOR, CADENAS, SPS			REVISIÓN		Baja	0 h 10 m	
<input checked="" type="checkbox"/> LMOTOREDUCTOR, CADENAS, SPS			REVISIÓN		Baja	0 h 10 m	
<input checked="" type="checkbox"/> LMOTOREDUCTOR, CHUMACERAS			REVISIÓN		Baja	0 h 10 m	

Generación de Órdenes de Trabajo

Duración estimado de los trabajos seleccionados: 2 h 50 m

Responsable: (Ninguno)

Asignar Responsable

Al crear la OT, generar automáticamente el consumo 2 h 50 m de Programa

Incluir las OTs que se generen

Generar los vales de abascon correspondientes en forma automática

Aceptar Cancelar

¡No hay información!

Continuación apéndice 1.

Fase 2 - OT's Abiertas: En esta pantalla se presentan las Ordenes de Trabajo que están abiertas durante la semana, en donde se podrá asignar responsable, consultar la duración de las actividades, marcar las OT's como realizadas o marcarlas como listas para cerrar.

En esta pantalla una orden de trabajo puede ser actualizada según los trabajos que se le van realizando, también puede ser impresa de nuevo y también ser cancelada.

En esta pantalla aparece el estado de la orden de trabajo, el porcentaje que ha sido trabajado de la misma y si esta ya esta vencida o aun no.

Cuando una orden de trabajo es marcada como lista para cerrar esta pasa a la fase 3.

Folio OT	Periodo	Duración Est.	Responsable	Estado	Porcentaje realizado	Vencida	Filto	Obr	Vales	Consumo
000017	08/11/2016 .. 14/11/2016	2 h 00 m		Impresa	0 %					0 NO
000018	08/11/2016 .. 14/11/2016	2 h 00 m		Impresa	0 %					0 NO
000015	08/11/2016 .. 14/11/2016	2 h 00 m		Impresa	0 %					0 NO
000014	08/11/2016 .. 14/11/2016	3 h 00 m		Impresa	0 %					0 NO
000012	05/11/2016 .. 07/11/2016	1 h 20 m		Impresa	0 %	Vencida				0 NO
000011	05/11/2016 .. 07/11/2016	3 h 00 m		Sin imprimir	0 %	Vencida				0 NO
000010	05/11/2016 .. 07/11/2016	0 h 30 m		Sin imprimir	0 %	Vencida				0 NO

Continuación apéndice 1.

Fase 3 – OT's Abiertas listas para cerrar: En esta pantalla aparecerá el listado de OT's listas para cerrar que vienen de la fase 3, aquí esta la opción de **Cerrar OT al día de hoy**

Folio OT	Periodo	Duración Est.	Responsable	Estado	Porcentaje realizado	Fecha	Filtro	Obs
000013	08/11/2016 - 14/11/2016	2 h 00 m		Cerrada	0 %	08/11/2016		
000009	05/11/2016 - 07/11/2016	1 h 40 m		Cerrada anticipadamente	100 %	08/11/2016		
000009	05/11/2016 - 07/11/2016	1 h 00 m		Cancelada	0 %	05/11/2016		
000007	05/11/2016 - 07/11/2016	0 h 30 m		Cancelada	0 %	05/11/2016		
000006	05/11/2016 - 07/11/2016	0 h 50 m		Cancelada	0 %	05/11/2016		
000005	08/09/2016 - 12/09/2016	1 h 40 m		Cancelada	0 %	05/11/2016		
000004	08/09/2016	10 h 15 m		Cerrada	100 %	08/09/2016		
000003	09/07/2015 - 14/07/2015	5 h 40 m		Cerrada	100 %	18/07/2015 Si		
000002	11/06/2015 - 16/06/2015	2 h 00 m		Cerrada	0 %	18/07/2015 Si		
000001	11/06/2015 - 16/06/2015	2 h 50 m		Cerrada	0 %	18/07/2015 Si		

Continuación apéndice 1.



BIMBO DE CENTROAMERICA, S.A
MANTENIMIENTO

(clave ISO)
(revisión ISO)

Orden de Trabajo

Folio:

000015



del 8-nov-2016 al 14-nov-2016

Responsable: **WALTER RODOLFO MEÉNDEZ**

Duración aproximada: **2 h 00 m**

Revisó:

Fecha y hora de recepción de la OT:

Autorizó:

Fecha y hora de devolución de la OT:

TABLERO DE CONTROL MDM ROLES MASAS NO 1 EJ

Actividades rutinarias

Mantenimiento

Frecuencia: **6 Mes(es)**
Duración aproximada: **2 h 00 m**
Requiere paro: **No**

Prioridad: **Alta**
Clasificación 1: **Mantenimiento**
Clasificación 2:

Procedimiento:

GABINETE

1. Realizar limpieza profunda.
2. Validar que no tenga agujeros, reportar para reparar

BORNERAS

1. Reapretar

CABLEADO

1. Revisar que no haya cables sobrecalentados
2. Ordenar con cinchos plasticos
3. Identificar cableado segun diagrama de PLC

BASCULA

1. Realizar limpieza profunda
2. Identificar señales de plc

BOTONES

1. Reapretar cableado
2. Cambiar botones en mal estado

TUBERIA DE ALIMENTACION

1. Revisar correcto anclaje, que no este suelta la tuerca de apriete
2. Revisar condición física de tuberias y condulet

LIMPIEZA

1. Limpiar y sanitizar equipo despues de intervención
2. Revisar que no existan tornillos sueltos, herramientas, accesorios de limpieza, ni cualquier objeto extraño al equipo

8	9	10	11	12	13	14
						○

Comentarios: _____

Continuación apéndice 1.

Encabezado de la Orden de Trabajo

El encabezado es una parte muy importante del documento, debido a que este contiene la información del mantenimiento que se está realizando, y luego esta orden quedara archivada.

La información que contiene:

1. Nombre de la empresa
2. Logo de la empresa
3. Clave del documento
4. Folio de documento
5. Semana que se está elaborando
6. Responsable de llevar a cabo la orden de trabajo
7. Duración aproximada para llevar a cabo la orden de trabajo
8. Fecha y hora de recepción de la OT
9. Fecha y hora de devolución de la OT
10. Lugar para firma de que revisó
11. Lugar para firma de quien autorizó
12. Nombre del equipo al que pertenece la orden de trabajo



Continuación apéndice 1.

Actividades Rutinarias

1. En la segunda parte de la orden de trabajo encontramos las actividades rutinarias que se deberán realizar.
2. Los días de la semana que se están trabajando para indicar el día de la semana que se realizó el trabajo
3. Líneas para comentarios: servirán estas líneas para apuntar las refacciones que se hayan utilizado durante el mantenimiento, como cualquier otra nota de interés.
4. Fecha y hora de impresión de la orden de trabajo
5. Numero de página de la orden de trabajo

Actividades rutinarias

Mantenimiento

Frecuencia: 6 Mes(es)
Duración aproximada: 2 h 00 m
Requiere paro: No

Prioridad: Alta
Clasificación 1: Mantenimiento
Clasificación 2:

Procedimiento:

GABINETE

1. Realizar limpieza profunda.
2. Validar que no tenga agujeros, reportar para reparar

BORNERAS

1. Reapretar

CABLEADO

1. Revisar que no haya cables sobrecalentados
2. Ordenar con cinchos plasticos
3. Identificar cableado segun diagrama de PLC

1

BASCULA

1. Realizar limpieza profunda
2. Identificar señales de plc

BOTONES

1. Reapretar cableado
2. Cambiar botones en mal estado

TUBERIA DE ALIMENTACION

1. Revisar correcto anclaje, que no este suelta la tuerca de apriete
2. Revisar condición fisica de tuberias y condulet

LIMPIEZA

1. Limpiar y sanitizar equipo despues de intervencion
2. Revisar que no existan tornillos sueltos, herramientas, accesorios de limpieza, ni cualquier objeto extraño al equipo

2

8	9	10	11	12	13	14
---	---	----	----	----	----	----

3

Comentarios:

4

noviembre 08, 2016 12:53 pm

5

Página 1 de 1

(clave ISO) (revisión ISO)

Continuación apéndice 1.

Nota: Es importante tomar en cuenta que las órdenes de trabajo deben ser realizadas de la mejor manera posible.

1. Colocando la firma de quien la ha elaborado
2. Colocando un check a las actividades realizadas (a un lado)
3. Indicando el que fueron realizadas cada una de las actividades
4. Colocando en la línea de comentarios las refacciones utilizadas durante la rutina
5. Y si fuera necesario hacer cambios a la rutina, errores que esta tenga también dejarlas por escrito para que estas puedan ser revisadas en el software.

Fuente: elaboración propia

ANEXO

Anexo 1. Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales.

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA

REGLAMENTO DE LAS DESCARGAS Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES Y DE LA DISPOSICIÓN DE LODOS.
ACUERDO GUBERNATIVO NÚMERO 236-2006

Guatemala, 5 de mayo de 2006

El Presidente de la República,

CONSIDERANDO:

Que por imperativo constitucional el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga el impacto adverso del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico, para lo cual es necesario dictar normas que garanticen la utilización y el aprovechamiento racional de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, evitando su depredación.

CONSIDERANDO:

Que la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, tiene por objeto velar por el mantenimiento del equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país.

CONSIDERANDO:

Que de conformidad con la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, se deben emitir las disposiciones y reglamentos correspondientes para ejercer el control, aprovechamiento y uso de las aguas; así como prevenir, controlar y determinar los niveles de contaminación de los ríos, lagos y mares y cualquier otra causa o fuente de contaminación hídrica.

CONSIDERANDO:

Que es necesario contar con un instrumento normativo moderno que ofrezca certeza jurídica para la inversión, permita la creación de empleo, propicie el mejoramiento progresivo de la calidad de las aguas y contribuya a la sostenibilidad del recurso hídrico; coordinando para el efecto los esfuerzos de los órganos de la administración pública con las municipalidades y la sociedad civil.

POR TANTO:

En uso de las funciones que le confieren el artículo 183 literal e) de la Constitución Política de la República de Guatemala,

ACUERDA:

Emitir el siguiente

**REGLAMENTO DE LAS DESCARGAS Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES
Y DE LA DISPOSICIÓN DE LODOS**

CAPÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1. OBJETO. El objeto del presente Reglamento es establecer los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reuso de aguas residuales, así como para la disposición de lodos. Lo anterior para que, a través del mejoramiento de las características de dichas aguas, se logre establecer un proceso continuo que permita:

- a) Proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana.
- b) Recuperar los cuerpos receptores de agua en proceso de eutrofización.
- c) Promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada.

También es objeto del presente Reglamento establecer los mecanismos de evaluación, control y seguimiento para que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales promueva la conservación y mejoramiento del recurso hídrico.

Artículo 2. APLICACIÓN. El presente Reglamento debe aplicarse a:

- a) Los entes generadores de aguas residuales;
- b) Las personas que descarguen sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público;
- c) Las personas que produzcan aguas residuales para reuso;
- d) Las personas que reusen parcial o totalmente aguas residuales; y

Continuación anexo 1

Para efectos de verificación y control del cumplimiento de este Reglamento, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales deberá utilizar los Instrumentos contenidos en el Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental.

Artículo 9. PLAZO PARA LA EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO Y CUMPLIMIENTO. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales deberá evaluar en forma permanente el desempeño ambiental y el cumplimiento de los planes contemplados en el numeral II Documentos, literales c) y d) del artículo 6.

Artículo 10. VIGENCIA DEL ESTUDIO TÉCNICO. La persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas deberá, cada cinco años, actualizar el contenido del estudio técnico estipulado en el presente Reglamento.

Artículo 11. AMPLIACION DEL ESTUDIO TÉCNICO. En caso de que las autoridades del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales determinen que la información del artículo 6 se puede fortalecer adicionando datos, justificará por escrito su requerimiento.

Artículo 12. EXENCIÓN DE MEDICIÓN DE PARÁMETROS. La exención de medición de parámetros procederá cuando se demuestre a través del Estudio al que se refiere el artículo 5 del presente Reglamento, que por las características del proceso productivo no se generan algunos de los parámetros establecidos en el presente Reglamento, aplicables a descarga de aguas residuales, reuso de aguas residuales y lodos.

CAPÍTULO IV

CARACTERIZACIÓN

Artículo 13. CARACTERIZACIÓN DEL AFLUENTE Y DEL EFLUENTE DE AGUAS RESIDUALES. La persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas, que vierten éstas en un cuerpo receptor o al alcantarillado público, deberá realizar la caracterización del afluente, así como del efluente de aguas residuales e incluir los resultados en el estudio técnico.

Artículo 14. CARACTERIZACIÓN DE AGUAS PARA REUSO. La persona individual o jurídica, pública o privada, que genere aguas residuales para reuso o las reuse, deberá realizar la caracterización de las aguas que genere y que desea aprovechar e incluir el resultado en el estudio técnico.

Artículo 15. CARACTERIZACIÓN DE LODOS. La persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar lodos, deberá realizar la caracterización de los mismos e incluir el resultado en el estudio técnico.

CAPÍTULO V

PARÁMETROS PARA AGUAS RESIDUALES Y VALORES DE DESCARGA A CUERPOS RECEPTORES

Artículo 16. PARÁMETROS DE AGUAS RESIDUALES. Los parámetros de medición para determinar las características de las aguas residuales son los siguientes:

- a) Temperatura,
- b) Potencial de hidrógeno,
- c) Grasas y aceites,
- d) Materia flotante,
- e) Sólidos suspendidos totales,
- f) Demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días a veinte grados Celsius,
- g) Demanda química de oxígeno,
- h) Nitrógeno total,
- i) Fósforo total,
- j) Arsénico,
- k) Cadmio,
- l) Cianuro total,
- m) Cobre,
- n) Cromo hexavalente,
- o) Mercurio,
- p) Níquel,
- q) Plomo,
- r) Zinc,
- s) Color y
- t) Coliformes fecales.

Continuación anexo 1.

Artículo 17. MODELO DE REDUCCIÓN PROGRESIVA DE CARGAS DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO. Los entes generadores existentes deberán reducir en forma progresiva la demanda bioquímica de oxígeno de las aguas residuales que descarguen a un cuerpo receptor, conforme a los valores y etapas de cumplimiento del cuadro siguiente:

Etapa		Uno				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil once					
Duración, años	5					
Carga, kilogramos por día	3000≤EG<6000	6000≤EG<12000	12000≤EG<25000	25000≤EG<50000	50000≤EG<250000	
Reducción porcentual	10	20	30	35	50	
Etapa		Dos				
Duración, años	4					
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil quince					
Carga, kilogramos por día	3000≤EG<5500	5500≤EG<10000	10000≤EG<30000	30000≤EG<50000	50000≤EG<125000	
Reducción porcentual	10	20	40	45	50	
Etapa		Tres				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil veinte					
Duración, años	5					
Carga, kilogramos por día	3000≤EG<5000	5000≤EG<10000	10000≤EG<30000	30000≤EG<65000		
Reducción porcentual	50	70	85	90		
Etapa		Cuatro				
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil veinticuatro					
Duración, años	4					
Carga, kilogramos por día	3000<EG<4000		4000≤EG<7000			
Reducción porcentual	40		60			

EG = carga del ente generador correspondiente, en kilogramos por día.

Para efectos de la aplicación del presente modelo, el valor inicial de descarga estará determinado en el Estudio Técnico. Dicho valor inicial, se refiere a la carga expresada en kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno. Para los porcentajes de reducción de la etapa uno, se utilizará el valor inicial de descarga del Estudio Técnico y para cada una de las etapas siguientes, la carga inicial será el resultado obtenido de la reducción porcentual de la etapa anterior.

Artículo 18. DETERMINACIÓN DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO. Los entes generadores, en el Estudio Técnico, deberán incluir la determinación de la demanda química de oxígeno, a efecto de establecer su relación con la demanda bioquímica de oxígeno, mediante la siguiente fórmula: demanda química de oxígeno dividido entre la demanda bioquímica de oxígeno.

Artículo 19. META DE CUMPLIMIENTO. La meta de cumplimiento, al finalizar las etapas del modelo de reducción progresiva de cargas, se establece en tres mil kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno, con un parámetro de calidad asociado igual o menor que doscientos miligramos por litro de demanda bioquímica de oxígeno. Los entes generadores existentes que alcancen y mantengan éstos valores habrán cumplido con la meta establecida en este artículo y con el modelo de reducción progresiva de cargas del artículo 17 del presente Reglamento.

Los entes generadores existentes que registren cargas menores o iguales a tres mil kilogramos por día, pero que registren valores mayores a doscientos miligramos por litro en el parámetro de calidad asociado, procederán a efectuar la reducción del valor de dicho parámetro de conformidad con los porcentajes correspondientes a la primera columna del lado izquierdo correspondiente a los rangos, en el modelo de reducción progresiva de cargas del artículo 17, del presente Reglamento.

Los entes generadores existentes de aguas residuales de tipo especial y ordinario que después de tratar dichas aguas, y que en cualesquiera de las etapas del modelo de reducción progresiva de cargas alcancen y mantengan valores en el parámetro de calidad asociado, iguales o menores que cien miligramos por litro en la demanda bioquímica de oxígeno, podrán realizar descargas mayores a tres mil kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno.

Artículo 20. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A CUERPOS RECEPTORES. Los límites máximos permisibles de los parámetros para las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores son:

Continuación anexo 1.

Parámetros	Dimensionales	Valores iniciales	Fecha máxima de cumplimiento			
			Dos de mayo de dos mil once	Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro
			Etapa			
			Uno	Dos	Tres	Cuatro
Temperatura	Grados Celsius	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7
Grasas y aceites	Miligramos por litro	1500	100	50	25	10
Materia flotante	Ausencia/presencia	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	3500	600	400	150	100
Nitrógeno total	Miligramos por litro	1400	100	50	25	20
Fósforo total	Miligramos por litro	700	75	30	15	10
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	< 1x10 ⁶	< 1x10 ⁶	< 1x10 ⁵	< 1x10 ⁴	< 1x10 ⁴
Arsénico	Miligramos por litro	1	0.5	0.1	0.1	0.1
Cadmio	Miligramos por litro	1	0.4	0.1	0.1	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	6	3	1	1	1
Cobre	Miligramos por litro	4	4	3	3	3
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	1	0.5	0.1	0.1	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.1	0.1	0.02	0.02	0.01
Níquel	Miligramos por litro	6	4	2	2	2
Plomo	Miligramos por litro	4	1	0.4	0.4	0.4
Zinc	Miligramos por litro	10	10	10	10	10
Color	Unidades platino cobalto	1500	1300	1000	750	500

TCR = temperatura del cuerpo receptor, en grados Celsius.

Artículo 21. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA ENTES GENERADORES NUEVOS. Los entes generadores nuevos deberán cumplir, desde el inicio de sus operaciones, con una meta de tres mil kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno, con un parámetro de calidad asociado igual o menor que doscientos miligramos por litro de demanda bioquímica de oxígeno. En el caso de que el parámetro de calidad asociado sea igual o menor a cien miligramos por litro en la demanda bioquímica de oxígeno, podrán realizar descargas mayores a tres mil kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno.

Adicionalmente, deberán cumplir los límites máximos permisibles de los parámetros siguientes:

Parámetros	Dimensionales	Límites máximos permisibles
Temperatura	Grados Celsius	TCR +/- 7
Grasas y aceites	Miligramos por litro	10
Materia flotante	Ausencia/presencia	Ausente
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	100
Nitrógeno total	Miligramos por litro	20
Fósforo total	Miligramos por litro	10
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	< 1x10 ⁴
Arsénico	Miligramos por litro	0.1
Cadmio	Miligramos por litro	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	1
Cobre	Miligramos por litro	3
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.01
Níquel	Miligramos por litro	2
Plomo	Miligramos por litro	0.4
Zinc	Miligramos por litro	10
Color	Unidades platino cobalto	500

TCR = temperatura del cuerpo receptor, en grados Celsius.

Cuando de conformidad con lo establecido en el artículo 8 de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente se requiera un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, el ente generador deberá cumplir con los valores de los límites máximos permisibles contenidos en el presente artículo.

El ente generador nuevo que, por razones técnicas debidamente justificadas, requiera de un período de estabilización productiva, definirá en el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental la necesidad y etapas de ajuste consecutivas dentro del período de estabilización, el cual no excederá de seis meses, contados a partir del inicio de operaciones del ente generador. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, establecerá en la resolución aprobatoria del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente, el plazo o plazos consecutivos de las etapas que fueren necesarias para dicho período de estabilización.

Artículo 22. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES EN ESTEROS. Cuando el cuerpo receptor sea un estero se aplicarán las siguientes disposiciones:

Continuación anexo 1

- a) Los entes generadores existentes deberán observar los límites máximos permisibles establecidos en el artículo 20 del presente Reglamento. El parámetro de demanda bioquímica de oxígeno aplicable es el siguiente:

Parámetro	Dimensional	Valor inicial	Fecha máxima de cumplimiento			
			Dos de mayo de dos mil once	Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro
			Etapa			
			Uno	Dos	Tres	Cuatro
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	500	300	250	150	100

- b) Los entes generadores nuevos deberán aplicar los límites máximos permisibles y la reducción de la última etapa del artículo 20 y del artículo 22 literal a).
- c) Para los entes generadores que descargan aguas residuales de tipo especial a esteros, los valores de las concentraciones de los parámetros establecidos en el presente Reglamento, se determinan de acuerdo a la diferencia entre la concentración del efluente y la del afluente. El resultado que se obtenga se utilizará como base para establecer si el ente generador cumple con los límites máximos permisibles de los artículos 20 y 22 literal a) del presente Reglamento.
- d) A los entes generadores regulados en el presente artículo no les serán aplicables los artículos 17 y 19, del presente Reglamento.

Artículo 23. DEDUCCIÓN ESPECIAL DE VALORES EN PARÁMETROS. A los entes generadores de aguas residuales de tipo especial que registren en sus afluentes valores mayores a los límites máximos permisibles de los parámetros de demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos, se aplicará el concepto de deducción especial. Dicha deducción especial consiste en restar el valor de cada parámetro del efluente del valor registrado en el afluente. El resultado que se obtenga se utilizará como base para establecer si el ente generador cumple con los límites máximos permisibles del presente Reglamento.

Artículo 24. (Reformado por el artículo 1 del Acuerdo Gubernativo número 129-2015) LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE DESCARGAS A CUERPOS RECEPTORES PARA AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES Y DE URBANIZACIONES NO CONECTADAS AL ALCANTARILLADO PÚBLICO. Las municipalidades o empresas encargadas del tratamiento de aguas residuales del alcantarillado público y las urbanizaciones existentes no conectadas al alcantarillado público, cumplirán con los límites máximos permisibles para descargar a cuerpos receptores, de cualesquiera de las formas siguientes:

- a) Con lo preceptuado en los artículos 17, 18, 19 y 20, de conformidad con los plazos establecidos en estos artículos del presente Reglamento.
- b) Con los límites máximos permisibles y plazos establecidos en el siguiente cuadro:

Parámetros	Dimensionales	Valores iniciales	Fecha máxima de cumplimiento			
			Dos de mayo de dos mil diecisiete	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro	Dos de mayo de dos mil veintinueve
			Etapa			
			Uno	Dos	Tres	Cuatro
Temperatura	Grados Celsius	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7
Grasas y aceites	Miligramos por litro	100	50	10	10	10
Materia flotante	Ausencia/presencia	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	700	250	100	100	100
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	300	275	200	100	100
Nitrógeno total	Miligramos por litro	150	150	70	20	20
Fósforo total	Miligramos por litro	50	40	20	10	10
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	< 1x10 ⁶	< 1x10 ⁷	< 1x10 ⁴	< 1x10 ⁴	< 1x10 ⁴
Arsénico	Miligramos por litro	1	0.1	0.1	0.1	0.1
Cadmio	Miligramos por litro	1	0.1	0.1	0.1	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	6	1	1	1	1
Cobre	Miligramos por litro	4	3	3	3	3
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	1	0.1	0.1	0.1	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.1	0.02	0.02	0.01	0.01
Níquel	Miligramos por litro	6	2	2	2	2
Plomo	Miligramos por litro	4	0.4	0.4	0.4	0.4
Zinc	Miligramos por litro	10	10	10	10	10
Color	Unidades platino cobalto	1500	1000	750	500	500

Continuación anexo 1.

Todas las municipalidades deberán cumplir con tener en operación, por lo menos con sistemas de tratamiento primario al cumplirse a más tardar el dos de mayo del dos mil diecisiete.

Las municipalidades que reciban descargas de aguas residuales de tipo especial en el alcantarillado público, que contengan compuestos que no puedan ser tratados en un sistema de tratamiento primario, no estarán sujetas a los límites máximos permisibles de demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos, nitrógeno total y fósforo total en la etapa uno del cuadro anterior, del presente artículo, lo cual deberá ser acreditado en el Estudio Técnico.

La anterior disposición no exime a las municipalidades de cumplir con límites máximos permisibles de los parámetros del párrafo anterior en las etapas subsiguientes.

CAPÍTULO VI PARÁMETROS PARA AGUAS RESIDUALES Y VALORES DE DESCARGA AL ALCANTARILLADO PÚBLICO

Artículo 25. PARÁMETROS. Los parámetros de medición para determinar las características de las aguas residuales vertidas al alcantarillado público son los siguientes:

- a) Temperatura,
- b) Potencial de hidrógeno,
- c) Grasas y aceites,
- d) Materia flotante,
- e) Demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días a veinte grados Celsius,
- f) Demanda química de oxígeno,
- g) Sólidos suspendidos totales,
- h) Nitrógeno total,
- i) Fósforo total,
- j) Arsénico,
- k) Cadmio,
- l) Cianuro total,
- m) Cobre,
- n) Cromo hexavalente,
- o) Mercurio,
- p) Níquel,
- q) Plomo,
- r) Zinc,
- s) Color y
- t) Coliformes fecales.

Artículo 26. MODELO DE REDUCCIÓN PROGRESIVA DE CARGAS DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO PARA DESCARGAS AL ALCANTARILLADO PÚBLICO. Las personas existentes que descargan al alcantarillado público deberán reducir en forma progresiva la demanda bioquímica de oxígeno, conforme a los valores y las etapas de cumplimiento del cuadro siguiente:

Etapa Uno					
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil once				
Duración, años	5				
Carga, kilogramos por día	3000≤EG<6000	6000≤EG<12000	12000≤EG<25000	25000≤EG<50000	50000≤EG<250000
Reducción porcentual	10	20	30	35	50
Etapa Dos					
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil quince				
Duración, años	4				
Carga, kilogramos por día	3000≤EG<5500	5500≤EG<10000	10000≤EG<30000	30000≤EG<50000	50000≤EG<125000
Reducción porcentual	10	20	40	45	50
Etapa Tres					
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil veinte				
Duración, años	5				
Carga, kilogramos por día	3000≤EG<5000	5000≤EG<10000	10000≤EG<30000	30000≤EG<65000	
Reducción porcentual	50	70	85	90	
Etapa Cuatro					
Fecha máxima de cumplimiento	Dos de mayo de dos mil veinticuatro				
Duración, años	4				
Carga, kilogramos por día	3000<EG<4000		4000≤EG<7000		
Reducción porcentual	40		60		

EG = carga del ente generador correspondiente, en kilogramos por día.

Continuación anexo 1.

Las personas existentes que descargan aguas residuales al alcantarillado público y que registren cargas menores o iguales a tres mil kilogramos por día, deben continuar con la reducción de la carga, hasta alcanzar el parámetro de valor asociado de cada etapa.

Para efectos de la aplicación del presente modelo, el valor inicial de descarga estará determinado en el Estudio Técnico; dicho valor inicial, se refiere a la carga expresada en kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno. Para los porcentajes de reducción de la etapa uno se utilizará el valor inicial de descarga del Estudio Técnico y para cada una de las etapas siguientes, la carga inicial será el resultado obtenido de la reducción porcentual de la etapa anterior.

Artículo 27. PARÁMETRO DE CALIDAD ASOCIADO DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO. Las personas que descarguen aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público, deben cumplir con las etapas del modelo de reducción progresiva de cargas del artículo 26 y con los valores del parámetro de calidad asociado de demanda bioquímica de oxígeno, que se presentan en el siguiente cuadro:

Parámetro	Dimensional	Valor inicial	Fecha máxima de cumplimiento			
			Dos de mayo de dos mil once	Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro
			Etapa			
			Uno	Dos	Tres	Cuatro
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	3500	1500	750	450	200

Artículo 28. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES AL ALCANTARILLADO PÚBLICO. Para la descarga de las aguas residuales de tipo especial hacia un alcantarillado público, se deberá cumplir con los límites máximos permisibles de conformidad con las etapas de cumplimiento correspondientes establecidos en el cuadro siguiente:

Parámetros	Dimensionales	Valores iniciales	Fecha máxima de cumplimiento			
			Dos de mayo de dos mil once	Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro
			Etapa			
			Uno	Dos	Tres	Cuatro
Temperatura	Grados Celsius	< 40	< 40	< 40	< 40	< 40
Grasas y aceites	Miligramos por litro	1500	200	100	60	60
Materia flotante	Ausencia/presencia	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	3500	1500	700	400	200
Nitrógeno total	Miligramos por litro	1400	180	150	80	40
Fósforo total	Miligramos por litro	700	75	40	20	10
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	< 1x10 ⁸	< 1x10 ⁶	< 1x10 ⁵	< 1x10 ⁴	< 1x10 ⁴
Arsénico	Miligramos por litro	1	0.5	0.1	0.1	0.1
Cadmio	Miligramos por litro	1	0.4	0.1	0.1	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	6	3	1	1	1
Cobre	Miligramos por litro	4	4	3	3	3
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	1	0.5	0.1	0.1	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.1	0.1	0.02	0.02	0.01
Níquel	Miligramos por litro	6	4	2	2	2
Plomo	Miligramos por litro	4	1	0.4	0.4	0.4
Zinc	Miligramos por litro	10	10	10	10	10
Color	Unidades platino cobalto	1500	1300	1000	750	500

Las personas que empleen colorantes no biodegradables en sus procesos productivos y que descarguen aguas residuales al alcantarillado público, deberán indicar en el estudio técnico los tratamientos utilizados para cumplir con los límites máximos permisibles de color en las etapas correspondientes, con el propósito de evitar su incorporación al cuerpo receptor.

Artículo 29. DETERMINACIÓN DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO PARA LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES DE TIPO ESPECIAL AL ALCANTARILLADO PÚBLICO. Las personas que descarguen aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público, deberán incluir en el Estudio Técnico a que se hace referencia en el artículo 5 del

Continuación anexo 1.

presente Reglamento, la determinación de la demanda química de oxígeno a efecto de establecer su relación con la demanda bioquímica de oxígeno, mediante la siguiente fórmula: demanda química de oxígeno dividido entre la demanda bioquímica de oxígeno.

Artículo 30. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA PERSONAS NUEVAS QUE DESCARGUEN AGUAS RESIDUALES DE TIPO ESPECIAL AL ALCANTARILLADO PÚBLICO. Cuando de conformidad con lo establecido en el artículo 8 de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, a las personas nuevas que descarguen aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público, se les requiera un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, deberán cumplir con los valores de los límites máximos permisibles contenidos en el siguiente cuadro:

Parámetros	Dimensionales	Límites máximos permisibles
Temperatura	Grados Celsius	< 40
Grasas y aceites	Miligramos por litro	60
Materia flotante	Ausencia/presencia	Ausente
Demanda bioquímica de oxígeno	Miligramos por litro	200
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	200
Nitrógeno total	Miligramos por litro	40
Fósforo total	Miligramos por litro	10
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	< 1x10 ⁴
Arsénico	Miligramos por litro	0.1
Cadmio	Miligramos por litro	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	1
Cobre	Miligramos por litro	3
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.01
Níquel	Miligramos por litro	2
Plomo	Miligramos por litro	0.4
Zinc	Miligramos por litro	10
Color	Unidades platino cobalto	500

La persona que, por razones técnicas debidamente justificadas, requiera de un período de estabilización productiva, definirá en el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental la necesidad y etapas de ajuste consecutivas dentro del período de estabilización, el cual no excederá de seis meses, contados a partir del inicio de operaciones del ente generador. El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, establecerá en la resolución aprobatoria del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental correspondiente, el plazo o plazos consecutivos de las etapas que fueren necesarias para dicho período de estabilización.

Artículo 31. OPCIONES DE CUMPLIMIENTO DE PARÁMETROS PARA LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES DE TIPO ESPECIAL AL ALCANTARILLADO PÚBLICO. Las personas individuales o jurídicas, públicas o privadas que se encuentren autorizadas por la municipalidad para descargar aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público, podrán cumplir los límites máximos permisibles de cualesquiera de las formas siguientes:

- Estableciendo sistemas de tratamiento propios.
- Pagando a la municipalidad o a las empresas encargadas del tratamiento de aguas residuales del alcantarillado público, una tasa correspondiente al servicio que se preste, siempre y cuando dichas municipalidades cuenten con sistema de tratamiento para aguas residuales en operación.

Se exceptúan de la opción de cumplimiento contenida en el inciso b) del presente artículo, las personas que descarguen aguas residuales con metales pesados cuyos límites máximos permisibles excedan de los valores establecidos en los artículos 28 y 30.

Artículo 32. EXENCIÓN DE PAGO POR SERVICIOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Las personas que descarguen sus aguas residuales al alcantarillado público, cumpliendo con los límites máximos permisibles de la literal b) del artículo 24 del presente Reglamento, estarán exentas de todo pago por los servicios de tratamiento de aguas residuales brindado por las Municipalidades o las concesionarias.

Artículo 33. CRITERIOS TÉCNICOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE TARIFAS DE SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. De acuerdo con lo establecido en el artículo 3 del Código Municipal, y para efectos de este Reglamento, las municipalidades coordinarán con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales la determinación de los criterios técnicos que servirán de base para establecer las tarifas del servicio de tratamiento de aguas residuales, para lo cual se tomará en cuenta como mínimo lo siguiente:

- Los costos de operación, mantenimiento, mejoramiento de calidad y cobertura de servicios.
- Los límites máximos permisibles establecidos en este Reglamento.
- Los estudios técnicos cuyos valores y caracterización sean conocidos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales y el que deba realizar la Municipalidad jurisdiccional.
- La tarifa será diferenciada atendiendo a las características de cada descarga.

Las Municipalidades establecerán las tarifas o tasas respectivas de conformidad con el propio Código Municipal.

Fuente: Ministerio de Ambiente