



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

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA EFICIENTIZAR LAS
OPERACIONES DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS EN LA FÁBRICA DE
GASEOSAS SALVAVIDAS S.A.**

María Alejandra Velásquez Estrada

Asesorada por el Ing. César Augusto Akú Castillo

Guatemala, octubre de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA EFICIENTIZAR LAS
OPERACIONES DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS EN LA FÁBRICA DE
GASEOSAS SALVAVIDAS S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

MARÍA ALEJANDRA VELÁSQUEZ ESTRADA

ASESORADO POR EL ING. CÉSAR AUGUSTO AKÚ CASTILLO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing.	Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga.	Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga.	Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing.	Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br.	Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V	Agr.	José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIO	Ing.	Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing.	Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing.	Sergio Antonio Torres Méndez
EXAMINADOR	Ing.	Aldo Estuardo García Morales
EXAMINADOR	Inga.	Miriam Patricia Rubio de Akú
SECRETARIO	Ing.	Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA EFICIENTIZAR LAS OPERACIONES DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS EN LA FÁBRICA DE GASEOSAS SALVAVIDAS S.A.

tema que me fuera asignado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha de 23 de febrero de 2009.

María Alejandra Velásquez Estrada.

Guatemala, 23 abril de 2010

Ingeniero

César Ernesto Urquizú Rodas

Director de Escuela

Ingeniería Mecánica Industrial

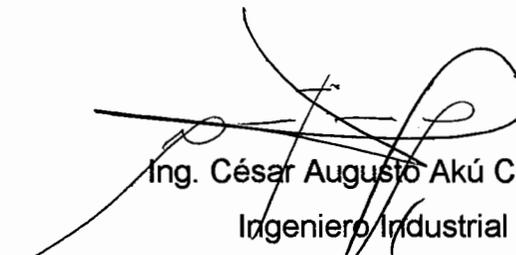
Ingeniero Urquizú:

Respetuosamente me dirijo a usted con el propósito de informarle que he procedido a la revisión del trabajo de graduación titulado **“PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA EFICIENTIZAR LAS OPERACIONES DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS EN LA FÁBRICA DE GASEOSAS SALVAVIDAS S.A.”**

Presentado por la estudiante **María Alejandra Velásquez Estrada** quien se identifica con carné No. 2002-12596 y después de haber realizado las correcciones pertinentes, considero que el mismo ya cumple con los objetivos que le dieron origen.

Por lo tanto, hago de su conocimiento que el trabajo de graduación se ha elaborado conforme lo planificado, en tal virtud me permito recomendar su aprobación, y darse los trámites correspondientes.

Atentamente,


Ing. César Augusto Akú Castillo
Ingeniero Industrial
Asesor, Colegiado 4,073

César Akú Castillo MSc.
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 4,073



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA EFICIENTIZAR LAS OPERACIONES DEL PROCESO PRODUCTIVO EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS EN LA FÁBRICA DE GASEOSAS SALVAVIDAS S.A.**, presentado por la estudiante universitaria **María Alejandra Velásquez Estrada**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Byron Estuardo Ixpatá Reyes
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Byron Estuardo Ixpatá Reyes.
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado No. 6791

Guatemala, julio de 2010.

/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 **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA EFICIENTIZAR LAS OPERACIONES DEL PROCESO PRODUCTIVO EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS EN LA FÁBRICA DE GASEOSAS SALVAVIDAS S.A.**, presentado por la estudiante universitaria **María Alejandra Velásquez Estradas**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Brquiza Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2010.



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: **PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA EFICIENTIZAR LAS OPERACIONES DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE BEBIDAS CARBONATADAS EN LA FÁBRICA DE GASEOSAS SALVAVIDAS, S.A**, presentado por la estudiante universitaria **María Alejandra Velásquez Estrada**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympto Paiz Reginos
DECANO



Guatemala, Octubre de 2010

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Por guiarme y ser mi luz y fortaleza en el transcurso de mi vida, llenarla de dicha y bendiciones. Por dejarme llegar a este momento tan especial en mi vida.

MIS PADRES:

Ana Janeth y Carlos Herminio

Por su amor, comprensión y apoyo sin condiciones ni medida. Por sus sabios consejos, darme la vida y guiarme sobre el camino de la educación.

MI FAMILIA: en general

Con quienes he compartido muchos momentos trascendentales de mi vida, gracias por ser la familia unida que somos, en especial dedicado a mi tío Enrique Escobar Q.E.P.D. porque fue un gran hombre y sé que en este momento se siente orgulloso de este logro, siempre estarás en mi corazón.

MIS TIAS:

Pilis y Kiomara

Por sus consejos y apoyo incondicional en el transcurso de mi vida.

MI HERMANA:

Ana Sofía

Por su apoyo y cariño que siempre me han acompañado. Sé que cuento con ella siempre.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Mi casa de estudios en donde pase los mejores años de mi vida, la cual llevo con orgullo y represento dignamente

MI NOVIO:
Alejandro Peraza

Gracias mi amor por tu apoyo incondicional, en la recta final de este camino.

MIS AMIGOS:

Apoyo que Dios ha puesto en mi vida. Por su confianza y lealtad, en especial a Jorge Mario Vásquez por su apoyo incondicional y por enseñarme el valor de la amistad.

MI PAÍS

Porque espera lo mejor de mí

AGRADECIMIENTO A

ING. CÉSAR AUGUSTO AKÚ
CASTILLO

Por su valiosa ayuda en la elaboración
de mi trabajo de graduación

ING. SERGIO TORRES

Por sus sabios consejos

ING. JOSÉ FRANCISCO GOMEZ

Por ser una persona que apoya al
estudiante y lo empuja a salir adelante.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XVII
OBJETIVOS	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Historia de la empresa	1
1.2 Datos generales de la empresa	1
1.3 Distribución de la planta	3
1.3.1 Ubicación de la planta	5
1.4 Estructura organizacional	6
1.5 Mantenimiento productivo total	7
1.5.1 Historia del TPM	7
1.5.2 La productiva en el mantenimiento	8
1.5.3 Factores de la productividad	11
1.5.4 Elementos constitutivos del TPM	10
1.5.5 Principios básicos del TPM	12
1.5.6 Pilares del mantenimiento productivo total	13
1.5.6.1 ¿Qué son los pilares del TPM?	13
1.5.7 Proyectos de gestión temprana de equipos	18
1.5.8 La importancia del mantenimiento preventivo	18
1.5.9 Metas del TPM	20

1.6 EL TPM no es una herramienta de mantenimiento	20
1.7 El TPM es una estrategia orientada a eliminar y prevenir las pérdidas de un negocio	21
1.8 El TPM permite innovar una empresa	21
1.9 El TPM es una estrategia donde todos los empleados participan	22

2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

2.1 Análisis FODA de la empresa	23
2.1.1 Fortalezas	23
2.1.2 Oportunidades	24
2.1.3 Debilidades	24
2.1.4 Amenazas	25
2.2 Análisis FODA de la línea de producción	27
2.2.1 Fortalezas	27
2.2.2 Oportunidades	27
2.2.3 Debilidades	28
2.2.4 Amenazas	28
2.3 Situación actual de la línea de producción	31
2.3.1 Organigrama del departamento de producción	32
2.3.2 Proceso de fabricación	33
2.3.3 Diagrama de proceso del método actual de producción	34
2.3.4 Maquinaria y equipo implementado	35
2.4 Método actual en la planificación del mantenimiento	36
2.4.1 Tipo de mantenimiento aplicado	37
2.5 Análisis de pérdidas en la operación	39
2.5.1 Análisis de tiempos perdidos	40

2.5.2 Eficiencia del equipo	42
2.5.3 Índices y eficiencias actuales	47

3. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL TPM PARA EFICIENTAR LAS OPERACIONES DEL PROCESO PRODUCTIVO

3.1 Análisis de los factores que afectan la línea de producción	51
3.1.1 Pérdidas en estaciones críticas del proceso	51
3.1.2 Pérdidas esporádicas en estaciones críticas del proceso	55
3.1.3 Pérdidas por tiempos de preparación	55
3.1.4 Pérdidas por tiempos de ajuste en cambio de presentación	56
3.1.5 Pérdidas en calidad	58
3.1.6 Averías por problemas ocultos	59
3.2 Maquinaria y equipo	60
3.2.1 Condiciones del área de trabajo	60
3.2.2 Condiciones del equipo y maquinaria	60
3.2.2.1 Eficacia del equipo	63
3.3 Causas de paros en la línea de producción	63
3.3.1 Ordenadora de botellas	63
3.3.2 Etiquetadora	64
3.3.3 Rinser	66
3.3.4 Llenadora y taponadora	68
3.3.5 Empacadora	69
3.3.6 Paletizadora	70
3.4 Manuales de procedimiento TPM para la línea de producción	70
3.4.1 Ordenadora de botellas	71

3.4.2 Etiquetadora	76
3.4.3 Rinser	81
3.4.4 Llenadora y taponadora	83
3.4.5 Empacadora	86
3.4.6 Paletizadora	90
3.5 El mantenimiento productivo total como sistema de trabajo estándar	94
3.5.1 Ventajas sobre otros tipos de mantenimiento	94
3.5.2 Beneficios del sistema	95
3.5.3 Costos	97

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1 Plan de implementación del mantenimiento productivo total (TPM)	99
4.1.1 Siete pasos para llegar a nivel cero averías	100
4.1.2 Utilización de la herramienta <i>hinshitsu hozen</i> para llegar a cero defectos	102
4.1.3 Dos etapas para iniciar un mantenimiento planificado	102
4.1.4 Seis pasos para llegar a un mantenimiento progresivo	111
4.1.5 Estrategias para transformar el mantenimiento industrial	113
4.1.6 Cuatro fases necesarias para lograr la implementación del mantenimiento productivo total	114
4.2 Preparación y capacitación al personal por la implementación del sistema TPM	115
4.2.1 Formación y entrenamiento	116
4.2.2 Crear una cultura de trabajo en equipo e involucrar a todo el personal	119

4.2.3	Diseño de hojas de control para las reuniones difusiones y cursos	120
4.3	Beneficios de la implementación del TPM en la línea de producción	121
4.3.1	Seguridad e higiene en la línea de producción	122
4.3.2	Compromiso y responsabilidad de los operarios	123
4.3.3	Mejora de la calidad del producto	123
4.4	Beneficios de la implementación del TPM en el departamento de producción	123
4.4.1	Mejora de la tecnología de la empresa	128
4.4.2	Crear capacidades competitivas desde la fábrica	128
4.4.3	Menor costo financiero	129
4.4.4	Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas	130
5.	SEGUIMIENTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA TPM	
5.1	Apoyo en el mantenimiento preventivo	131
5.2	Capacitación constante al personal	131
5.3	Método de diagnóstico de averías	133
5.3.1	Nuevas ideas	134
5.3.2	Análisis de procesos	134
5.3.3	Análisis de causas	135
5.3.4	Recolección de datos	136
5.4	Evaluación del desempeño	138
5.5	Monitorear procesos	145
5.6	Formatos de sugerencias	146

CONCLUSIONES	147
RECOMENDACIONES	149
BIBLIOGRAFÍA	151
ANEXOS	153

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Vista aérea de la planta	5
2	Organigrama de la empresa	6
3	La productiva en el mantenimiento	8
4	La productiva al servicio de la empresa	9
5	Relación entre pilares	17
6	Categorías del mantenimiento preventivo	19
7	Alcance del TPM	22
8	Organigrama del departamento de producción	32
9	Diagrama de proceso de bebidas gaseosas	34
10	Entrada a la ordenadora de envases (POSIMAT)	74
11	Pucks de la ordenadora de envases	74
12	Etiquetadora KRONES	78
13	Vista por afuera de la etiquetadora	79
14	Transportador de la etiquetadora	79
15	Rinser KRONES	81
16	Diseño de gráfico de control	137
17	Hoja de sugerencias y asistencia a capacitaciones	154
18	Hoja de evaluación a maquinaria	155
19	Pasos para un mantenimiento autónomo	156
20	Clasificación de los métodos de mantenimiento	157
21	Estrategias para transformar el mantenimiento industrial	158
22	Tabla de inconvenientes	159
23	Check list de llenadora	160
24	Hoja de reporte diario de producción	161

25 Avances de acciones planificadas	162
26 Herramientas de calidad	163
27 Ejemplos de técnicas de calidad	164

TABLAS

I	Tabla tiempos perdidos octubre 2008, 2 litro	40
II	Tabla tiempos perdidos octubre 2008, 20 onzas	40
III	Tabla tiempos perdidos noviembre 2008, 2 litros	41
IV	Tabla tiempos perdidos noviembre 2008, 20 onzas	41
V	Tabla tiempos perdidos diciembre 2008, 2 litros	41
VI	Tabla tiempos perdidos diciembre 2008, 20 onzas	42
VII	Disponibilidad del equipo, 2008	48
VIII	Rentabilidad del equipo, 2008	48
IX	Calidad, 2008	48
X	Eficiencia global efectiva, 2008	49
XI	Eficiencia global efectiva acumulada, 2008	49
XII	AE y PTEE 2008	50
XIII	Tabla condición-acción	62
XIV	Fallas y reparaciones a ordenadora de botellas POSIMAT	63
XV	Fallas y reparaciones a etiquetadora	65
XVI	Fallas y reparaciones a llenadora	68
XVII	Tabla de pasos para el mantenimiento autónomo sugerido	101
XVIII	Hoja de evaluación ordenador de botellas	105
XIX	Hoja de evaluación etiquetadora	106
XX	Hoja de evaluación a rinser	107
XXI	Hoja de evaluación a llenadora	108
XXII	Hoja de evaluación a empacadora	109
XXIII	Hoja de evaluación a paletizadora	110
XXIV	Hoja de registro programa de capacitación	121
XXV	Hoja de calificación de área de trabajo	122
XXVI	Tabla tiempos perdidos implementando TPM	124

XXVII	Disponibilidad de equipo implementando TPM	125
XXVIII	Desempeño o rendimiento implementando TPM	126
XXIX	Calidad implementando TPM	126
XXX	Eficiencia global efectiva implementando TPM	126
XXXI	AE y PTEE implementando TPM	127
XXXII	Incremento de volumen de producción para 20 onzas	127
XXXIII	Incremento de volumen de producción para 2 litros	128
XXXIV	Tabla evaluación del desempeño	143

GLOSARIO

5's

Representan acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienza por S. Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar.

Ajustes

Cambios adicionales que se hacen a un equipo para su buen funcionamiento, estos muchas veces son hechos por operadores con experiencia.

AMFE

Es una herramienta de análisis para la identificación, evaluación y prevención de los posibles fallos y efectos que pueden aparecer en un producto/servicio o en un proceso.

Banda transportadora

Es una banda de plástico, metal o hule utilizada para transportar el producto en sus distintas etapas de producción, estas bandas llevan un lado de tracción y una de cola, la transmisión de movimiento puede ser por cadenas o por fajas de transmisión y poleas.

Eficacia

Producir justo en el tiempo establecido y con la calidad requerida.

Eficiencia

Relación entre la producción real y la producción estándar.

Estándares

El documento aprobado por consenso por un organismo reconocido, que proporciona reglas, pautas y/o características para uso común, con el objeto de obtener un óptimo nivel de resultados en un contexto dado.

JIPM

Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas.

Just in Time

Es una filosofía industrial que puede resumirse en: fabricar los productos estrictamente en el momento preciso y cantidades debidas.

Kaizen

Es una palabra japonesa que significa cambio hacia lo mejor y consiste en una serie de estrategias para conseguir progresivamente una mejora en algo

Lubricación

Operación que tiene por objeto anular o disminuir la resistencia de vida al rozamiento que aparece en el movimiento entre dos superficies en contacto.

Mantenimiento	Actividades que se realizan para conservar un objeto.
MTBF	Tiempo medio entre fallas.
MTTR	Tiempo medio de reparación.
Opl's	También llamadas Lecciones de Un Punto (LUP) es un instrumento fundamental en la aplicación del TPM y se puede aplicar en todos los pilares y pasos. Es un instrumento para asegurar el conocimiento industrial y de formación en el puesto de trabajo.
Palets	Es una bandeja de carga que soporta los embalajes y los constituye en una unidad de carga.
Pilar TPM	Es un elemento que sirve de camino y sustento en la implementación del mantenimiento productivo total una de las líneas de envasado de gaseosas.

Prodúctica

Incrementa la competitividad de las empresas logrando aumentos considerables de la productividad, mediante la utilización de herramientas como: informática industrial, robótica, talleres flexibles, equipos de manutención automática.

Pucks

Son las piezas encargadas de recibir las botellas en el ordenador de envase

Retrabajo

El reparar, rehacer o completar una actividad.

SMED

Es el acrónimo de *Single Minute Exchange of Die*: cambio de herramienta en (pocos) minutos.

RESUMEN

El TPM nació en Nippondenso Co., Ltd., una importante empresa proveedora del sector del automóvil. Esta compañía introdujo esta visión de mantenimiento en 1961. Logró grandes resultados de su modelo de mantenimiento a partir de 1969, cuando introdujo sistemas automatizados y de transferencia rápida, los cuales requería alta fiabilidad. El nombre inicial fue "*Total member participación PM*" abreviado (TPM). Este nombre muestra el verdadero sentido del TPM, esto es participación de todas las personas en el mantenimiento preventivo (PM).

La filosofía del mantenimiento productivo total (TPM) es un conjunto de técnicas que permiten optimizar las pérdidas de tiempo en paradas programadas y fallas del equipo para conseguir una óptima disponibilidad de la máquina, puesto que existen factores que afectan a ésta, como por ejemplo, severas condiciones operativas, operaciones en varios turnos y prácticas insatisfactorias de mantenimiento preventivo, todas estas reducen la disponibilidad de la máquina.

El presente trabajo, se inicia con una pequeña descripción de la historia de la empresa y del producto que se encargan de fabricar, así como la situación actual de la línea de producción, la maquinaria con la que cuenta, procedimiento de fabricación, el mantenimiento que la misma recibe actualmente. Se detalla una breve reseña de la historia del mantenimiento productivo total y los logros que alcanzó y la evolución a través del tiempo

Se hará un análisis de las causas de los paros en la línea de producción y así se determinarán los índices de la eficiencia actuales que se manejan en la misma. Con base en estos puntos se hará una propuesta de la implementación y se hará un análisis de la viabilidad de la misma demostrando la mejora de las eficiencias en la línea de producción, junto con la implementación vienen técnicas que se pueden aplicar para la total implementación del sistema TPM, sin olvidar las herramientas que serán útiles para la capacitación del personal y la mejora continua del proyecto.

OBJETIVOS

GENERAL

Implementar el sistema de mantenimiento productivo total (TPM) en una línea de producción de bebidas carbonatadas para eficientizar las operaciones del proceso productivo.

ESPECÍFICOS

1. Analizar la situación actual de la línea de producción.
2. Determinar el tipo de mantenimiento que se utiliza actualmente.
3. Identificar las deficiencias del sistema actual comparadas con el mantenimiento productivo total (TPM)
4. Diseñar un sistema de inducción y capacitación para dar a conocer el TPM al personal técnico de la empresa.
5. Diseñar formatos que se utilizarán en el mantenimiento productivo total.
6. Establecer técnicas para lograr que los operarios brinden continuidad al mantenimiento de la maquinaria.

7. Diseñar manuales TPM de fácil entendimiento para el operario para que sea capaz de manejar óptimamente su maquinaria.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo está orientado a realizar un análisis de la situación actual en una de las líneas de producción en una empresa que se dedica a la producción y distribución de bebidas embotelladas de agua purificada, gaseosas, jugos y bebidas energizantes, con el propósito de formular una propuesta para la implementación de un nuevo sistema de mantenimiento para optimizar la producción en la línea de embotellado de agua purificada. Se considera que los resultados de la propuesta de implementación del sistema de mantenimiento productivo total en la línea de producción servirán al departamento de producción ya que su labor es muy amplia, pues, consiste en administrar todos los recursos que posee, dirigir al personal técnico-operario, planificar y programar la producción.

El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales. TPM busca maximizar la eficacia del equipo, desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida del equipo, involucrar a todos los departamentos que planean, diseñan, usan o mantienen equipo. Esto permite minimizar los costos asociados a los tiempos muertos, improductivos y de ocio, optimizando los recursos para llevar a la productividad. Este sistema busca lograr cero defectos, accidentes, averías y defectos. La obtención de las cero pérdidas se debe lograr a través de la promoción de trabajo en grupos multifuncionales comprometidos y entrenados para lograr la misión, visión, estrategias y objetivos personales y de la empresa.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Historia de la empresa

La empresa nace en 1936 e implementa un proceso de embotellamiento de agua purificada a base de maquinaria sencilla para cubrir las necesidades de ese tiempo.

Más tarde, en la década del 50 se montan dos equipos Niágara para el embotellado del agua purificada, con lo que se logró un llenado de 220 garrafones por hora, un proceso de alta velocidad para la época. Con la filosofía de dar lo mejor a sus clientes y preocupada por el bienestar y la buena salud de la familia guatemalteca, la empresa amplió sus instalaciones productivas en 1977. Para finales de 1980, la adquisición de un nuevo equipo logró aumentar el llenado de 220 a 1,000 garrafones por hora y a partir de ese punto el compromiso de innovar siempre ha llevado a superar la cifra en varios miles de envases por mes.

Actualmente, cuenta con seis importantes plantas en puntos estratégicos de todo el país; Guatemala-El Zapote, Guatemala-Concepción, Teculután, Petén, Quetzaltenango y Escuintla, lo que la ha convertido en la planta más grande de Centroamérica.

1.2 Datos generales de la empresa

El mercado es tan amplio como toda Guatemala, porque es un producto de primera necesidad que se consume por todas las clases socioeconómicas

del país. Su mercado objetivo va desde niños hasta ancianos, desde deportistas hasta amas de casa preocupadas por la salud de su familia. Miles y miles de hogares en toda Guatemala, consumen a diario agua pura, con lo que la marca cumple con uno de sus principales cometidos; dar a los guatemaltecos las posibilidades de tener en casa agua purificada y envasada bajo los más estrictos controles de calidad y garantizar así una mejor calidad de vida para todos. Desde su nacimiento, la empresa tuvo como premisa fundamental, el desarrollo de una sólida cultura de servicio. Hoy éste es uno de sus mayores orgullos; haber logrado que todos los que son parte de la empresa, vivan, respiren y compartan la idea de que el servicio es fundamental para ser lo que es hoy en día. Por supuesto, servicio sin un producto que no puede ser menos que excelente, no tiene sentido. Por eso cuentan también como un logro de absoluta importancia, la calidad, que resulta de la utilización de tecnología de punta para realizar el proceso de purificación y envasado que garantiza su pureza.

Todo esto le ha valido a la empresa, obtener varios e importantes reconocimientos como la certificación mundial de la NSF (National Sanitation Foundation), entidad internacional que realiza sus auditorías con base en las estrictas normas y especificaciones de la FDA), el ISO 9000 (excelencia a través de un sistema de gestión de calidad que asegura la satisfacción de sus consumidores), el ISO 14000 (minimización de los efectos en el medio ambiente) y el OHSAS 18000 (excelencia en normas de seguridad e higiene y salud ocupacional) y el aval de la Asociación Pediátrica Guatemalteca.

A. Producto

Se podría decir simplemente agua purificada, pero no es así. Es un complicado y largo proceso de filtrado, purificación, llenado y controles de calidad que garantiza su pureza y calidad.

B. Agua purificada

El agua que se envasa en cada una de las seis plantas se extrae de manantiales en bosques tropicales debidamente protegidos, la extracción debe de ser controlada, para que no se extraiga de la primera capa del subsuelo, sino de la segunda. Después se traslada por medio de bombas a las instalaciones en su estado natural, en este punto se le llama agua cruda, llegando a las plantas purificadoras, ésta es depositada en tanques, se adiciona cloro a 5% con un tiempo de aproximadamente 30 minutos, por una bomba es desplazada a unos cilindros, éstos contienen en el primero arena, con distintas granulaciones, pasa luego por otro filtro de carbón activado, aquí se retienen olores, el exceso de cloro y partículas que no hayan sido retenidas por los filtros de arena y luego por un cilindro que contiene agua con sal, esto es para bajar la dureza al agua.

El proceso continúa, bajo el mismo impulso generado por la bomba hasta una lámpara de luz ultravioleta, el agua debe de estar muy bien filtrada, para que haga efecto la luz ultravioleta. Siguiendo el circuito de purificación, el agua pasa por una válvula, esta es conectada por un generador de ozono, lo último es la retención de partículas y luego en envasado.

Distribución de la Planta

Actualmente, la distribución del área de producción de la planta está constituida en las siguientes áreas: área de jarabe, laboratorio, oficinas de ingenieros, de refrescos, de agua pura, bodega de lubricantes, bodega de etiquetas, limpieza.

Todas estas áreas se describen a continuación:

1. Laboratorio: aquí es donde se realizan pruebas de microbiología al producto para verificar que se cumplan los estándares de calidad que la empresa tiene, también se revisan las concentraciones de los jarabes para verificar que se respete la fórmula de cada producto.
2. Área de refrescos: esta área es de las más grandes, ya que aquí es donde se producen las bebidas gaseosas, el área cuenta con cuatro líneas de producción y cada línea puede fabricar en diferentes presentaciones y sabores. La mayoría de las líneas de producción cuentan hasta con nueve máquinas para la producción de las gaseosas.
3. Área de agua pura: esta área al igual que la de refrescos es de las más grandes, ya que aquí es donde se produce el agua pura en garrafón, botellas de diferentes tamaños, el área cuenta con cuatro líneas de producción, cada una puede fabricar en diferentes presentaciones.
4. Bodega de lubricantes: aquí se almacenan los diferentes tipos de lubricantes para darle el mantenimiento correspondiente a las máquinas y el equipo necesario para lubricar la maquinaria.
5. Bodega de etiquetas: aquí se almacenan las etiquetas de todos los productos y de todas las presentaciones.
6. Área de limpieza: se cuenta con un equipo especial de limpieza, el cual limpia, desinfecta y esteriliza la red de distribución de tubería y los distintos equipos que están conectados a la red, esto se lleva a cabo por medio soda cáustica y agua tratada.

1.2.1 Ubicación de la planta

La empresa se encuentra ubicada en la finca el Zapote zona 2 en la ciudad de Guatemala. La ubicación exacta de la empresa según datos obtenidos con el GPS es:

Figura 1. Mapa de ubicación geográfica de la empresa

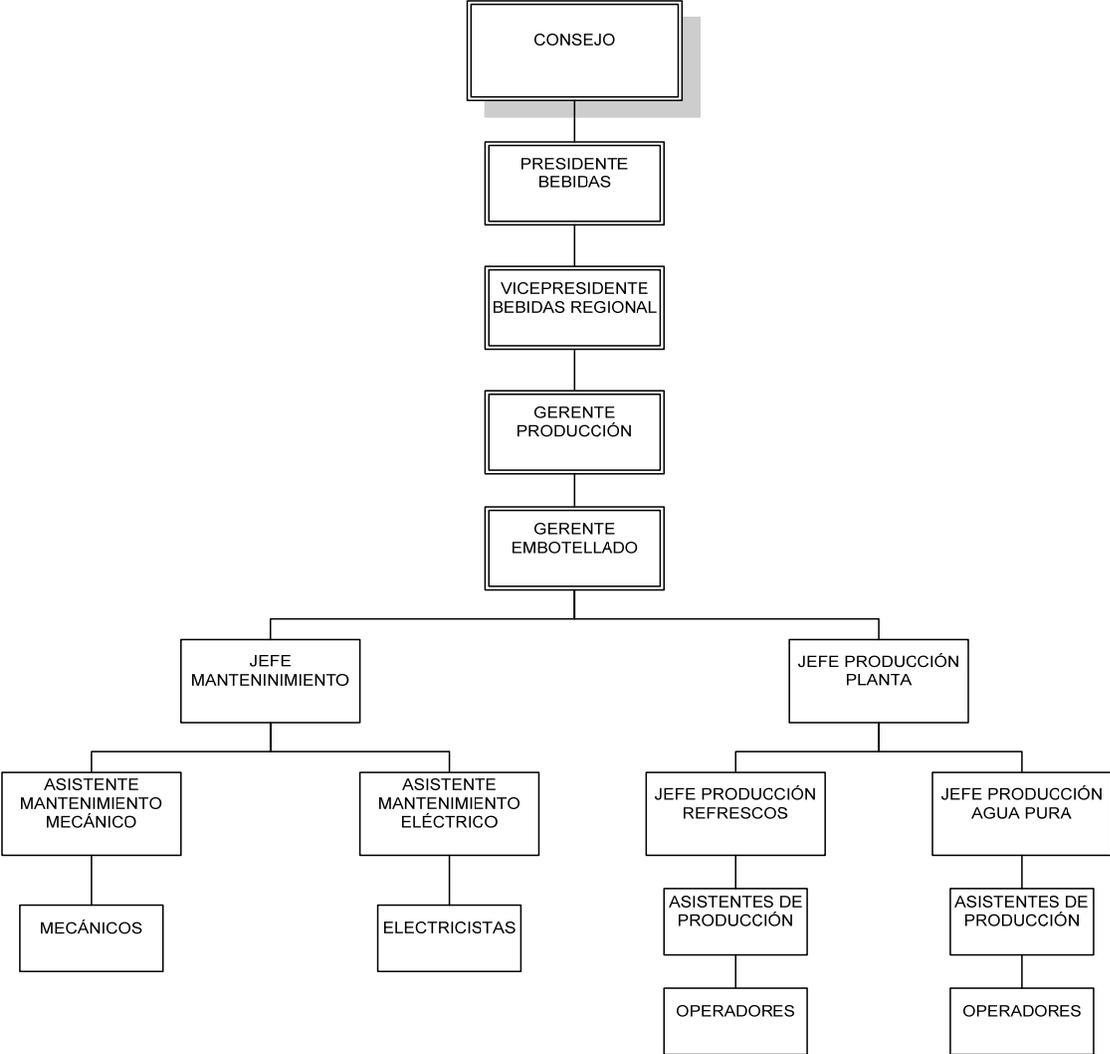


Fuente: www.googleearth.com

1.3 Estructura organizacional

La estructura organizacional de la empresa está diseñada estratégicamente para reunir en una unidad de trabajo a todos los que participan en la producción y comercialización de sus productos.

Figura 2. Organigrama de la empresa



Fuente: Empresa embotelladora

1.5 Mantenimiento productivo total (TPM)

Se conocerán los principios básicos del TPM, desde su historia hasta los objetivos que busca este mantenimiento.

1.5.1 Historia del mantenimiento productivo total

El mantenimiento preventivo fue introducido en Japón en la década de los cincuenta en conjunto con otras ideas como las de control de calidad, ciclo *deming*. Posiblemente en la creación del TPM influyó el desarrollo del modelo *Wide - Company Quality Control* o *Total Quality Management*. En la década de los sesenta en el mundo del mantenimiento en empresas japonesas se incorporó el concepto *Kaizen* o de mejora continua. Esto significó que no solo corregir las averías era la función de mantenimiento, sino mejorar la fiabilidad de los equipos en forma permanente con la contribución de todos los trabajadores de la empresa.

Este progreso de las acciones de mejora llevó a crear el concepto de prevención del mantenimiento, realizando acciones de mejora de equipos en todo el ciclo de vida: diseño, construcción y puesta en marcha de los equipos productivos para eliminar actividades de mantenimiento.

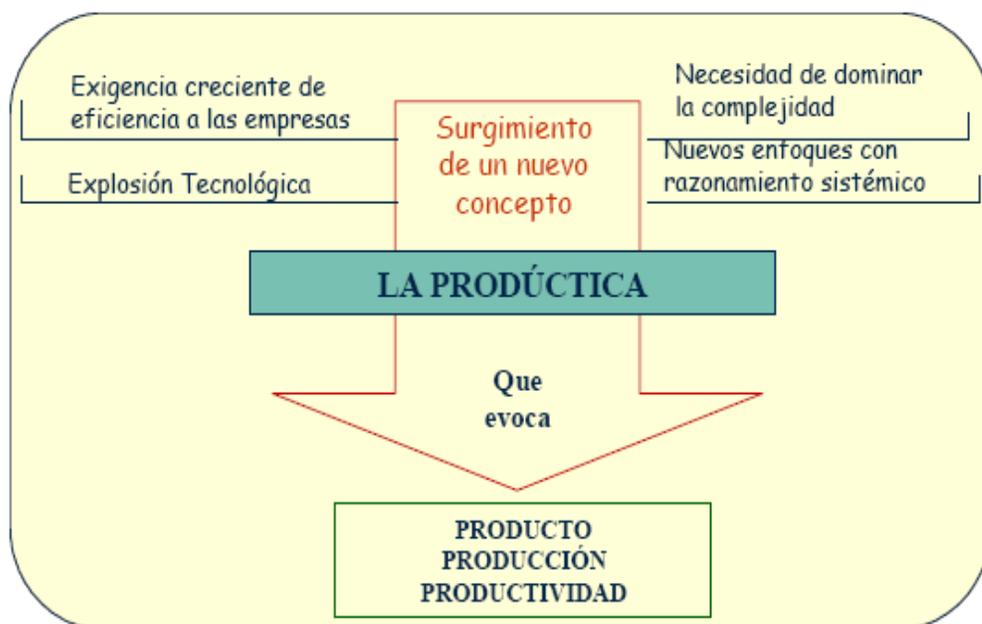
El TPM se originó y se desarrolló en Japón, por la necesidad de mejorar la gestión de mantenimiento para alcanzar la velocidad con la que se automatizaron y sofisticaron los procesos productivos. Inicialmente, el alcance del TPM se limitó a los departamentos relacionados con los equipos, más tarde los departamentos de administración y de apoyo (desarrollo y ventas) se involucran.

El TPM ha sido asimilado en el seno de la cultura corporativa de empresas en Estados Unidos, Europa, Asia y América Latina. El JIPM ha evolucionado la idea de TPM y hoy se reconoce que el TPM ha logrado cubrir todos los aspectos de un negocio. Se conoce como el modelo TPM de tercera generación, donde más que mantener el equipo, se orienta a mejorar la productividad total de una organización.

1.5.2 La productiva en el mantenimiento

Un aporte significativo al desarrollo empresarial es la implementación de la productiva al aparato productivo de cualquier país. El concepto básico de la productiva se muestra en la figura 3, el cual tiene como objetivo fundamental incrementar la competitividad de las empresas logrando aumentos considerables de la productividad, mediante la utilización de las herramientas mostradas.

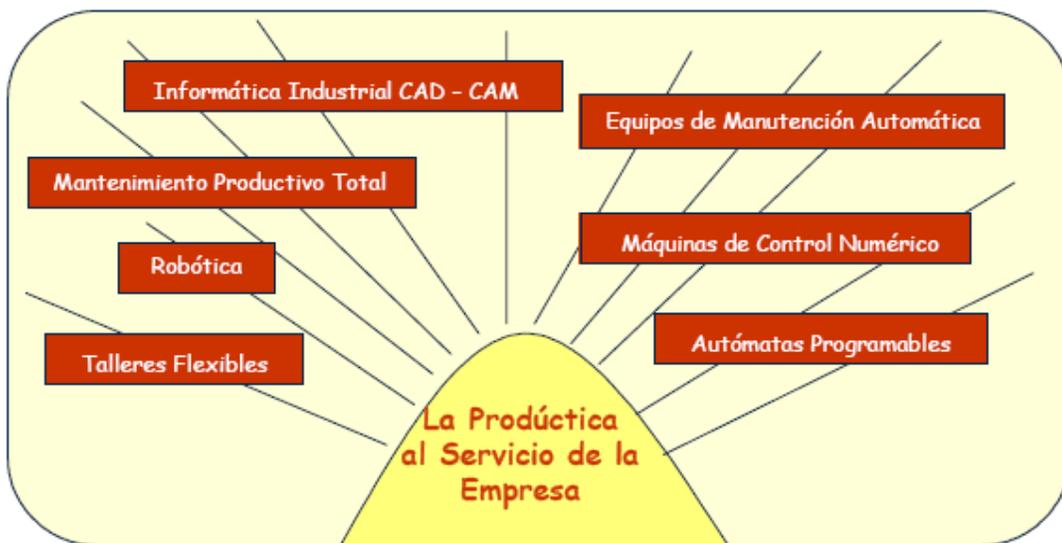
Figura 3. La productiva en el mantenimiento



Fuente: Instituto internacional del TPM

La productividad es la relación entre el logro obtenido por un sistema de producción o de servicios y los recursos utilizados, es decir el cociente entre el producto y el insumo. Incrementar la productividad significa obtener el más alto volumen de producción, con la condición de lograr la optimización en el uso total de los recursos, con la máxima eficiencia y eficacia posible.

Figura 4. **La productiva al servicio de la empresa**



Fuente: **Instituto internacional del TPM**

1.5.3 Factores de la productividad

La productividad es fundamentalmente un instrumento comparativo. Es el uso más intensivo, no más intenso, de los recursos. La productividad tiene gran importancia en lo pertinente al mejoramiento de los niveles de vida del personal involucrado, de la entidad, la región y el país, pues es el factor determinante de la competitividad; una baja productividad produce devaluación e inflación, lo que se traduce en desempleo y pobreza con las consiguientes pérdidas económicas.

Son múltiples los factores que determinan la productividad en una empresa. Éstos se pueden clasificar en dos grandes grupos: factores internos y factores externos. A su vez, los factores internos se pueden clasificar en factores duros y factores blandos. Los factores duros o difícilmente modificables más importantes son: los productos, la planta y equipos, tecnología, materias primas, energía disponible.

Los principales factores blandos, más flexibles, son: el personal, la organización y sistemas, los métodos de trabajo, los tipos de dirección y control.

Los factores externos son de diversa índole y varían con el tipo de empresa. De acuerdo con su relación con el entorno sociocultural o económico, los más importantes son: recursos naturales, ajustes estructurales, economía internacional, sistemas de administración pública, infraestructura social. Todos estos factores en mayor o menor grado influyen en la productividad de una empresa y deben ser adecuadamente aprovechados o correlacionados para lograr una mayor eficiencia productiva. Pero adicionalmente dentro de toda industria existen elementos, técnicas y áreas esenciales sobre las que se debe trabajar para obtener substanciales mejoras de productividad.

1.5.4 Elementos constitutivos del TPM

La filosofía del mantenimiento productivo total hace parte del enfoque gerencial hacia la calidad total. Mientras, esta pasa de hacer énfasis en la inspección a hacer énfasis en la prevención, el mantenimiento productivo total pasa del énfasis en la simple reparación al énfasis en la prevención y predicción de las averías y del mantenimiento de las máquinas.

Los elementos básicos del TPM son cuatro:

- a. **TPM-AM Mantenimiento Autónomo**
- b. **TPM-PM Mantenimiento Preventivo – Predictivo**
- c. **TPM-EM Administración del Equipo**
- d. **TPM-TEI Participación Total de los Empleados**

Los enfoques actualizados, basados en los desarrollos japoneses, están de acuerdo con el mantenimiento productivo total para lograr una buena aplicación debe incluir cinco elementos básicos: optimizar la efectividad y disponibilidad de los equipos, programar mantenimiento preventivo-predictivo para toda su vida útil, implementarse multidisciplinariamente por los departamentos interesados, incluir todos los miembros de la organización, fundamentarse en la actividad integrada de pequeños grupos.

La palabra “total” en mantenimiento productivo total tiene tres significados que se relacionan con tres importantes características del TPM:

- a. **Eficacia total:** implica la búsqueda de eficacia, economía, productividad o rentabilidad.
- b. **Mantenimiento preventivo-predictivo total:** incluye la prevención del mantenimiento y la mejora en la ejecución del mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo.
- c. **Participación total:** fundamentada en mantenimiento autónomo, por la actividad de operadores o pequeños grupos en cada departamento y a cada nivel.

1.5.5 Principios básicos del TPM

Entre los principios fundamentales del TPM se pueden enumerar:

- a. **Cero defectos:** trata de eliminar las seis grandes causas de pérdidas que son: averías, preparación y ajuste, paradas menores y tiempos vacíos, velocidad reducida, defectos de calidad, reducción en rendimiento. Esto por medio de equipos de diagnóstico adecuados, órganos de control y automatización, con énfasis en los logros de la gestión total de la calidad.
- b. **Inventarios cero:** basado en la producción justo a tiempo y el aseguramiento de las compras y ventas, eliminando sistemas de bodegaje.
- c. **Rentabilidad total:** lo cual requiere desarrollo de sistemas preventivo, predictivo productivo y prevención de mantenimiento acompañado de actividades de pequeños grupos.
- d. **Productividad:** ésta debe ser maximizada y está dada por la relación de salidas reflejadas en producción, calidad, bajo costo, entregas, seguridad, entorno moral y costo de vida útil económica, con respecto a las entradas, representadas por los recursos físicos y humanos, ingeniería, mantenimiento de la planta y control de inventarios.
- e. **Participación total:** es necesaria la participación de todos y cada uno de los empleados de la empresa en forma consciente. Combina la fijación de metas arriba-abajo por parte de la alta dirección con actividades de mejora y mantenimiento de los pequeños grupos o círculos TPM.

- f. Mejora de la eficacia: pretende que los equipos estén libres de mantenimiento y que el costo de ciclo de su vida útil sea económico.
- g. Logística y tecnología: la logística es la ciencia que se encarga de los productos, las materias primas, los sistemas, los programas y equipos. La tecnología que es la ingeniería de mantenimiento, es quien se encarga del diseño, ingeniería, montaje y mantenimiento de equipos. Es así como el TPM hace parte de la tecnología y ésta a su vez de la logística y entre más estén interrelacionadas, existirán más equipos libres de fallas.
- h. Mejoramiento de los lugares de trabajo: aplicación del sistema de administración japonés de las 5S: *SEIRI* (organización), *SEITON* (orden), *SEIKETSU* (pureza), *SEISO* (limpieza), *SHITSUKE* (disciplina).

1.5.6 Pilares del mantenimiento productivo total.

Los pilares o procesos fundamentales del TPM sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva.

1.5.6.1 ¿Qué son los pilares TPM?

Los procesos fundamentales han sido llamados por el JIPM como pilares, los cuales sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva.

Los pilares considerados por el JIPM como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son:

- 1. Mejoras enfocadas o *Kobetsu Kaizen*:** es un pilar TPM que contribuye a definir y mantener las condiciones del equipo para que no se produzcan defectos de calidad, como base a las rutinas de inspección de equipos, ya sean autónomas o de mantenimiento especializado.
- 2. Mantenimiento autónomo o *Jishu Hozen*:** una de las actividades del sistema TPM es la participación del personal de producción en las actividades de mantenimiento. Este es uno de los procesos de mayor impacto en la mejora de la productividad. Su propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipamiento a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden. El mantenimiento autónomo se fundamenta en el conocimiento que el operador tiene para dominar las condiciones del equipamiento, esto es, mecanismos, aspectos operativos, cuidados y conservación, manejo y averías. Con este conocimiento los operadores podrán comprender la importancia de la conservación de las condiciones de trabajo, la necesidad de realizar inspecciones preventivas, participar en el análisis de problemas y la realización de trabajos de mantenimiento liviano en una primera etapa, para luego asimilar acciones de mantenimiento más complejas.
- 3. Mantenimiento planificado o progresivo:** su objetivo es el de eliminar los problemas del equipamiento a través de acciones de mejora, prevención y predicción. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento es necesario contar con bases de información, obtención

de conocimiento a partir de los datos, capacidad de programación de recursos, gestión de tecnologías de mantenimiento y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de estas actividades.

- 4. Mantenimiento de calidad o *Hinshitsu Hozen*:** ésta clase de mantenimiento tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen directo impacto en las características de calidad del producto. Frecuentemente, se entiende en el entorno industrial que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se pueden presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo pero producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final. El mantenimiento de calidad es de tipo preventiva, orientado al cuidado de las condiciones del producto resultante.

- 5. Prevención de mantenimiento:** son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costos de mantenimiento durante su explotación. Una empresa que pretende adquirir nuevos equipos puede hacer uso del historial del comportamiento de la maquinaria que posee, con el objeto de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías desde el mismo momento en que se negocia un nuevo equipo. Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones.

6. Mantenimiento en áreas administrativas: ésta clase de actividades no involucra el equipo productivo. Departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con los menores costes, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Su apoyo normalmente es ofrecido a través de un proceso productivo de información.

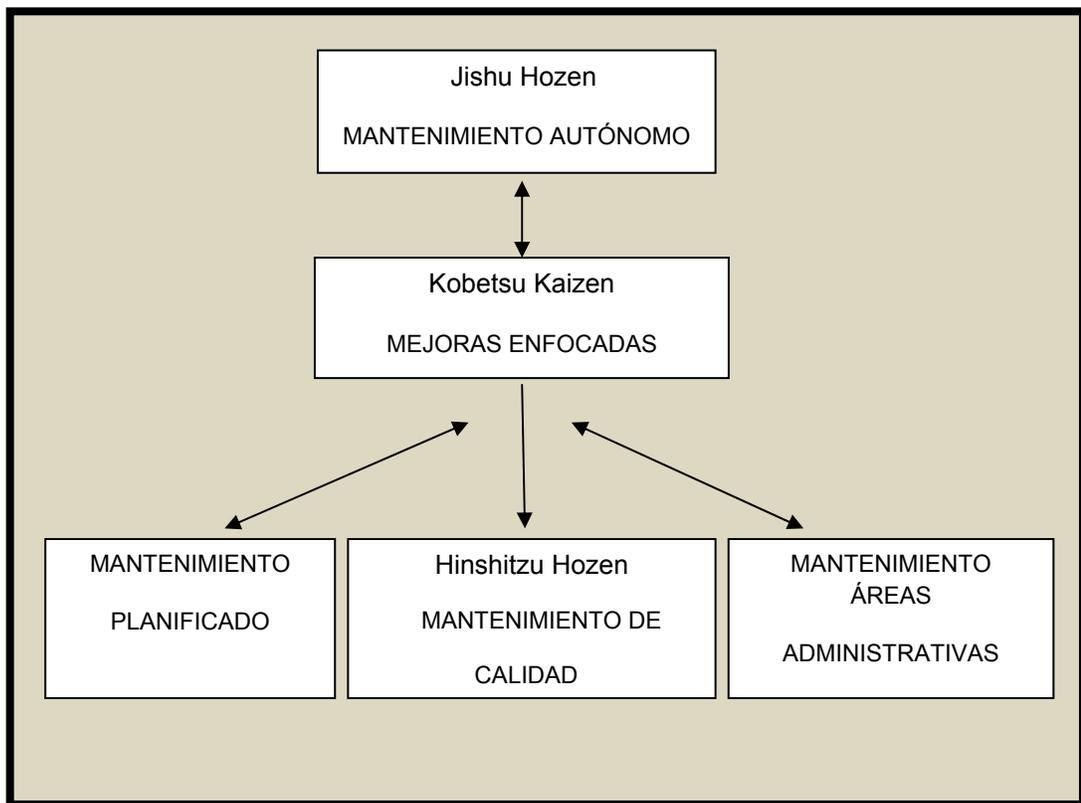
7. Entrenamiento y desarrollo de habilidades de operación: las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo con las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo. El TPM requiere de un personal que haya desarrollado habilidades para el desempeño de las siguientes actividades:

- a) Habilidad para identificar y detectar problemas en los equipos.
- b) Comprender el funcionamiento de los equipos.
- c) Entender la relación entre los mecanismos de los equipos y las características de calidad del producto.
- d) Poder de analizar y resolver problemas de funcionamiento y operaciones de los procesos.
- e) Capacidad para conservar el conocimiento y enseñar a otros compañeros.
- f) Habilidad para trabajar y cooperar con áreas relacionadas con los procesos industriales

Relación entre pilares

Los procesos fundamentales o pilares del TPM se deben combinar durante el proceso de implantación. Debe existir una cierta lógica para la implantación del TPM en la empresa y ésta dependerá del grado de desarrollo que la compañía posea en su función productiva y de mantenimiento en relación a cada uno de los procesos fundamentales, en la figura 5 se muestra la relación que los une.

Figura 5. Relación entre pilares



Fuente: Instituto Internacional TPM

En este caso, como es una empresa que elabora productos alimenticios y el equipo con el que se cuenta no es nuevo, en su etapa inicial de TPM se debe combinar las tres primeras etapas, la del mantenimiento autónomo con un fuerte trabajo en mejoras enfocadas, estableciendo un mantenimiento planificado y progresivo; para el futuro se ha previsto continuar actividades de mantenimiento autónomo con un plan de mejora del mantenimiento preventivo.

Es necesario recordar que las mejoras enfocadas no sólo se orientan a la eliminación de problemas de equipo, éstas tienen que ver con la eliminación de toda clase de pérdidas que afectan la productividad total efectiva de los equipos (PTEE) y efectividad global del equipo (EGE). Por lo tanto, este es un proceso prioritario en el inicio de las actividades TPM. Uno de los factores de éxito para la implementación del TPM está en el cuidadoso diseño de cada una de las acciones para el desarrollo de los procesos fundamentales.

1.5.7 Proyectos de gestión temprana de equipos

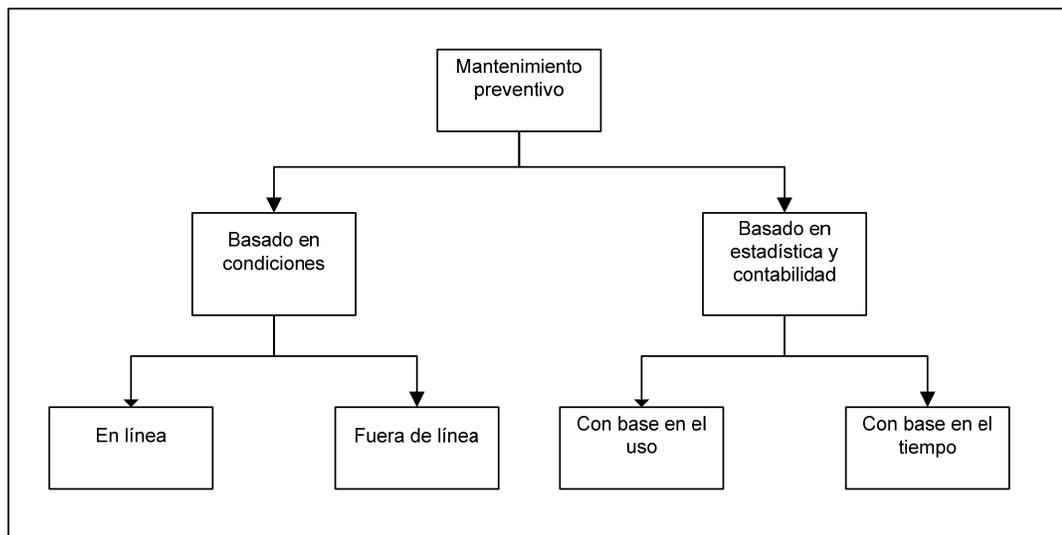
La eficacia es la medida del valor añadido a la producción a través del equipo. La eficacia del equipo se puede maximizar aumentando la disponibilidad total del equipo en un periodo de tiempo o reduciendo el número de productos defectuosos, mejorando la calidad. El objetivo del TPM es aumentar la eficacia de los equipos, las personas y las máquinas para funcionar en condiciones de cero averías.

1.5.8 La importancia del mantenimiento preventivo

El objetivo del mantenimiento preventivo es aumentar al máximo la disponibilidad y confiabilidad de los equipos llevando a cabo un programa de mantenimiento eficaz.

El mantenimiento preventivo puede estar basado en las condiciones reales del equipo o en los datos históricos de fallas del equipo; el primer caso se conoce como CBM, que es la sigla en inglés de mantenimiento basado en condición o mantenimiento predictivo, y el segundo sistema ha dado origen a una nueva tecnología de mantenimiento denominada PMO, que es la sigla en inglés de optimización de mantenimiento preventivo. La figura muestra una clasificación gráfica del mantenimiento preventivo actual. Consta de dos categorías, estas tienen una base estadística de confiabilidad o de condiciones reales. La primera categoría se basa en datos obtenidos de los registros históricos del equipo, la segunda en el funcionamiento y las condiciones del equipo.

Figura 6. **Categorías del mantenimiento preventivo**



Fuente: **Duffuaa 2002**

El mantenimiento preventivo con base en el uso toma como parámetro principal los datos históricos de fallas de los equipos, para determinar la distribución estadística que más se ajuste a su comportamiento real.

1.5.9 Metas del TPM

El TPM es el sistema de mantenimiento productivo realizado por todos los empleados de la compañía a través de actividades de pequeños grupos. El TPM incluye las seis metas siguientes:

- Crear una misión corporativa para mejorar la eficacia de los equipos
- Usar un enfoque centrado en productividad y mantenimiento autónomo por los operadores.
- Involucrar a todos los departamentos y todo el talento humano de la organización en la implementación del TPM.
- Implementar las actividades de pequeños grupos basada en capacitación y adiestramiento
- Un programa de gestión de equipos inicial para prevenir problemas que pueden surgir durante la puesta en marcha de una nueva planta o un nuevo equipo.

1.6 El TPM no es una herramienta de mantenimiento

El TPM va más allá de ser un método para conservar la efectividad de los equipos, es una estrategia para lograr los máximos niveles de productividad en todas las áreas del negocio.

Está claro que en su inicio se orientó hacia la mejora de la efectividad de la maquinaria. La visión actual del TPM es que puede aplicarse en cualquier área de una empresa.

1.7 El TPM es una estrategia orientada a eliminar y prevenir las pérdidas de un negocio

Las operaciones de una empresa se pueden transformar (innovar) aplicando los principios y metodologías TPM. Estos métodos ayudan a entender los mecanismos de cómo se producen las pérdidas y la acumulación de este conocimiento, ayuda a desarrollar acciones para prevenir su repetición y preparar enfoques diferentes de funcionamiento superior.

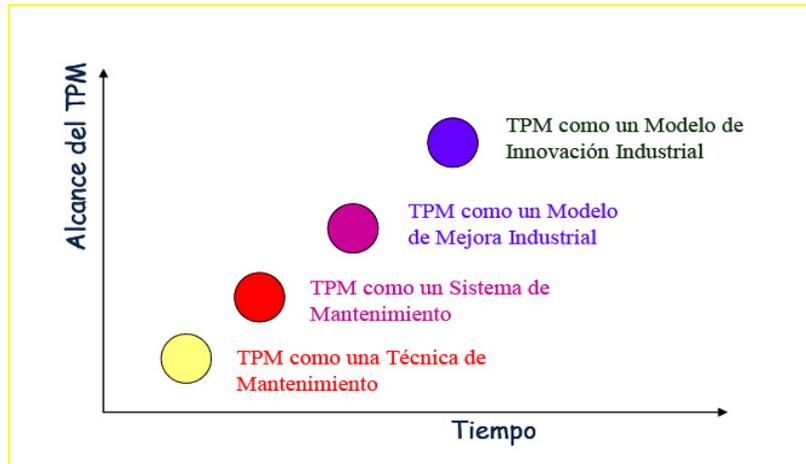
1.8 El TPM permite innovar una empresa

La concentración del TPM en la eliminación de pérdidas implica que la compañía ha seleccionado un enfoque competitivo de hacer lo de siempre pero mejor. Si al TPM se le establecen objetivos reducidos y orientados a la mejora de la eficiencia del equipo, conduce a la empresa a competir bajo el enfoque de “mejora de la eficacia operativa”.

Hoy este tipo de estrategia no es suficiente para ciertas industrias y mercados. Pero el TPM ofrece posibilidades superiores para competir. Si al implantar el TPM se formulan políticas y objetivos innovadores, los procesos TPM ayudarán a poner en marcha acciones de cambio radical de todo el sistema productivo.

El TPM como un sistema de innovación empresarial, como se muestra en la figura, sobrepasando los modelos de mejoramiento industrial del final del siglo pasado.

Figura 7. Alcance del mantenimiento productivo total



Fuente: Instituto internacional del TPM

1.9 TPM es una estrategia donde todos los empleados participan

Las acciones TPM se orientan a que toda la organización participe en las actividades de transformación de los niveles de productividad. Esta cooperación se realiza mediante el fortalecimiento del diálogo dentro de la empresa, trabajo en equipo, relaciones estrechas con proveedores y compañías afiliadas, intenso entrenamiento técnico y un adecuado manejo de la información que se genera en planta. El TPM se dirige a maximizar la eficacia del equipo (mejorar la eficiencia global) estableciendo un sistema de mantenimiento productivo de alcance amplio que cubre la vida entera del equipo, involucrando todas las áreas relacionadas con el equipo (planificación, producción y mantenimiento).

2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

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

2.1 Análisis FODA de la empresa

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

2.1.1 Fortalezas

- **F1.** Se tiene una buena disposición de trabajo en equipo debido a la buena comunicación entre el personal de la empresa, no importando el orden jerárquico.
- **F2.** El control de calidad hace que el producto sea competitivo en el mercado, esto se lleva a cabo, gracias al esfuerzo del equipo de personas que laboran dentro del laboratorio de la empresa y gracias a la maquinaria que tiene implementado el inspector, se cuenta con el equipo adecuado para elaborar los diferentes productos.
- **F3.** Los equipos modernos con los que cuenta la planta hacen que la producción sea más rápida y con calidad en los productos.
- **F4.** Marca posicionada en el mercado.

- **F5.** Debido a las diferentes plantas de producción que tiene la empresa, hace que los servicios con clientes y proveedores, sean accesibles y rápidos.
- **F6.** La empresa cuenta con una buena flotilla de transporte para el abastecimiento del mercado nacional.

2.1.2 Oportunidades

- **O1.** Apoyo de fundaciones para elevar el nivel de nutrición a los niños en las regiones pobres o extremadamente pobres.
- **O2.** Los consumidores hacen diario el consumo de agua pura y la demanda de este producto crece año con año.
- **O3.** Que la empresa proveedora del equipo capacite continuamente a los técnicos internos y operarios.
- **O4.** Que el proveedor de la maquinaria maneje un inventario de los repuestos críticos en sus bodegas, disponible para cualquier eventualidad y uso inmediato de los mismos.
- **O5.** Tendencia del consumidor hacia productos más saludables, ocasionando crecimiento.
- **O6.** Que el proveedor de insumos maneje un inventario de seguridad en sus bodegas para disposición inmediata.

2.1.3 Debilidades

- **D1.** La mayor parte del personal operativo cuenta con estudios de educación primaria, por lo que la mano de obra no es calificada.
- **D2.** Un alto porcentaje de resistencia al cambio por parte del personal operativo y esto es debido al grado de escolaridad.
- **D3.** Para la mayoría de insumos solo se cuenta con un proveedor.

- **D4.** No hay un programa de capacitación constante para uso de la maquinaria.

2.1.4 Amenazas

- **A1.** Que los proveedores no cumplieran con cabalidad el tiempo de entrega de la materia prima, repuestos, insumos y servicios.
- **A2.** La mayoría de veces las botellas PET no llenan los estándares mínimos de calidad requeridos por la empresa.
- **A3.** Que las vías de comunicación terrestre fueran inaccesibles por un lapso mayor a una semana.
- **A4.** Que los proveedores no cumplan con tener un inventario de los repuestos críticos para cubrir emergencias o que llevara mucho tiempo traerlos de otro país.
- **A5.** El ambiente económico del país que en estos momentos no es de los mejores reduce las ventas del producto.
- **A6.** Elevada competencia a nivel de la industria y el valor agregado de los productos hacen que los márgenes de utilidad de las empresas del sector sean muy reducidos. La principal amenaza es que la guerra de precios continúe.

ESTRATEGIAS

MAXI-MAXI (FORTALEZAS Y OPORTUNIDADES)

1. Ya que se cuenta con la tecnología, producir en nuevas presentaciones que sean atractivas al consumidor. (F3, O2)

2. Patrocinio de eventos a través de las fundaciones que tiene la empresa para que la marca del producto se mantenga en la mente de los consumidores. (F4, O1)

MAXI-MINI (FORTALEZAS Y AMENAZAS)

1. Elaboración de contratos con proveedores para garantizar un inventario tanto de insumos como repuestos, asegurando la entrega parcial de estos. (A1, A4, F5).
2. Establecer promociones con las diferentes presentaciones en todo el territorio nacional (A5, F6).

MINI-MAXI (DEBILIDADES Y OPORTUNIDADES)

1. Impulsar que un mayor número de operarios curse estudios de secundaria, a efecto de contar con una plantilla mejor preparada(D1, D2, D4, O3)
2. Ampliar la cartera de proveedores y establecer clausulas en el contrato para que ellos tengan un inventario de seguridad en sus bodegas.

MINI-MINI (DEBILIDADES Y AMENAZAS)

1. Establecer reuniones periódicas con los proveedores para hacerles observaciones a cerca de los insumos e indicarles las oportunidades de mejora que se tienen. (D3, A2)
2. Debido a la situación económica y la reducción de ventas en algunos sectores mantener la rentabilidad del producto bajando los costos de mano de obra, haciendo más eficiente al personal que labora en la empresa por medio de capacitaciones ya que cierta parte de la mano de obra no es calificada. (D1, A5)

2.2 Análisis FODA de la línea de producción

En la línea de producción, el diagnóstico también se representa mediante el análisis FODA, el cual se describe a continuación:

2.2.1 Fortalezas

- **F1.** Colaboración por parte de todo el personal técnico hacia los distintos problemas que se presentan en la planta de producción.
- **F2.** Se mantiene una buena comunicación entre mantenimiento y producción, desde los técnicos hasta los jefes.
- **F3.** Respuesta rápida a solución de problemas por parte de todo el equipo de la línea de producción.
- **F4.** En la línea de producción la bodega de repuestos se cuenta con el stock mínimo para el abastecimiento de repuestos de los distintos equipos de trabajo.
- **F5.** Los repuestos e insumos para bodega de repuestos son solicitados por el departamento de producción, según sea el caso a través del departamento de compras.

2.2.2 Oportunidades

- **O1.** Que el departamento de mantenimiento capacite continuamente a los operarios para que el soporte a la maquinaria sea óptimo e inmediato.
- **O2.** Que el departamento de mantenimiento le de mantenimiento preventivo a toda la maquinaria.
- **O3.** Que el departamento de ventas disminuya la cantidad de pedidos urgentes.

- **O4.** Llevar un mejor control de los equipos que se les presta el servicio de mantenimiento correctivo.
- **O5.** Que el departamento de compras este informado de los inventarios de insumos y repuestos para reaccionar inmediatamente a una urgencia.

2.2.3 Debilidades

- **D1.** Los operarios no tienen la mayor parte de su atención en la maquinaria asignada.
- **D2.** No existe una política de trabajo en equipo entre el área de ventas y del departamento de producción.
- **D3.** El mantenimiento preventivo solamente se utiliza en los equipos modernos.
- **D4.** No se utiliza el mantenimiento predictivo en la maquinaria.
- **D5.** Los paros en la línea de producción por cambios de ajuste son muy largos y esto afecta la eficiencia de la línea.

2.2.4 Amenazas

- **A1.** Que en algunas ocasiones proyectos de mejora o implementación, no se logren llevar a cabo debido a que el presupuesto asignado mensualmente no es suficiente.
- **A2.** Que el responsable del departamento de compras no de seguimiento a los requerimientos del departamento de producción.
- **A3.** El departamento de sistemas no de el mantenimiento debido al sistema de producción.
- **A4.** Que el pedido del departamento de ventas no sea adecuado a los cambios y ajustes de la maquinaria.

ESTRATEGIAS

MAXI-MAXI (FORTALEZAS Y OPORTUNIDADES)

1. Establecer reuniones periódicas entre el departamento de producción y mantenimiento para la coordinación de capacitaciones entre ambos departamentos. (F1,O1)
2. Mantener informado semanalmente de los inventarios de insumos en bodega y hacer los requerimientos junto con el departamento de compras para que no haya fuga de información. (F5, O5)
3. El departamento de producción debe llevar estadísticas de los equipos a los cuales se le ha hecho mantenimiento correctivo y que piezas se han cambiado e intercambiar la información con mantenimiento para mantener siempre en inventario los repuestos más usados. (F4, O4)
4. Que el personal técnico lleve registros actualizados de los equipos que más problemas ocasionan y que partes específicas sufren desperfectos para que el mantenimiento preventivo sea aplicado en el tiempo correspondiente. (F1, F2, O2)

MAXI-MINI (FORTALEZAS Y AMENAZAS)

1. Mayor apoyo por parte de la gerencia general para la implementación y mejoras del sistema, respaldando las soluciones del equipo de producción. (F3, A1)
2. El departamento de producción deberá dar seguimiento y retroalimentar al departamento de compras en ocasiones donde no ingresen los insumos requeridos para las fechas establecidas, con esto ambos departamentos evitarán una emergencia por falta de insumos. (F5, A2)

3. Establecer reuniones periódicas entre el departamento de sistemas y producción para coordinar mantenimiento al sistema y estar actualizados de los problemas más usuales y evitar una falla más grande. (F3, A3)

MINI-MAXI (DEBILIDADES Y OPORTUNIDADES)

1. Establecer capacitaciones continuas para que los operarios se involucren mas con la maquina que están operando y de alerta de alguna posible falla. (D1, O1)
2. Reuniones semanales entre el departamento de ventas y producción para que ambos trabajen en equipo y satisfagan sus necesidades. (O3, D2)
3. Realizar chequeos de mantenimiento predictivo a la maquina para evitar el mantenimiento correctivo. (O4, D4)

MINI-MINI (DEBILIDADES Y AMENAZAS)

1. El departamento de ventas debe estar enterado de los efectos que ocasiona el hacer cambios de presentación drásticos ya que los tiempos de cambio y ajuste a la maquinaria son muy largos y eso tiene como consecuencia ineficiencia en la línea de producción. (A4, D5)
2. Establecer propuestas de mejoras en los cambios de ajuste a maquinaria por parte del departamento de sistemas para que la programación no sea tan lenta debido a la falta de mantenimiento. (A3, D5)

2.3 Situación actual de la línea de producción

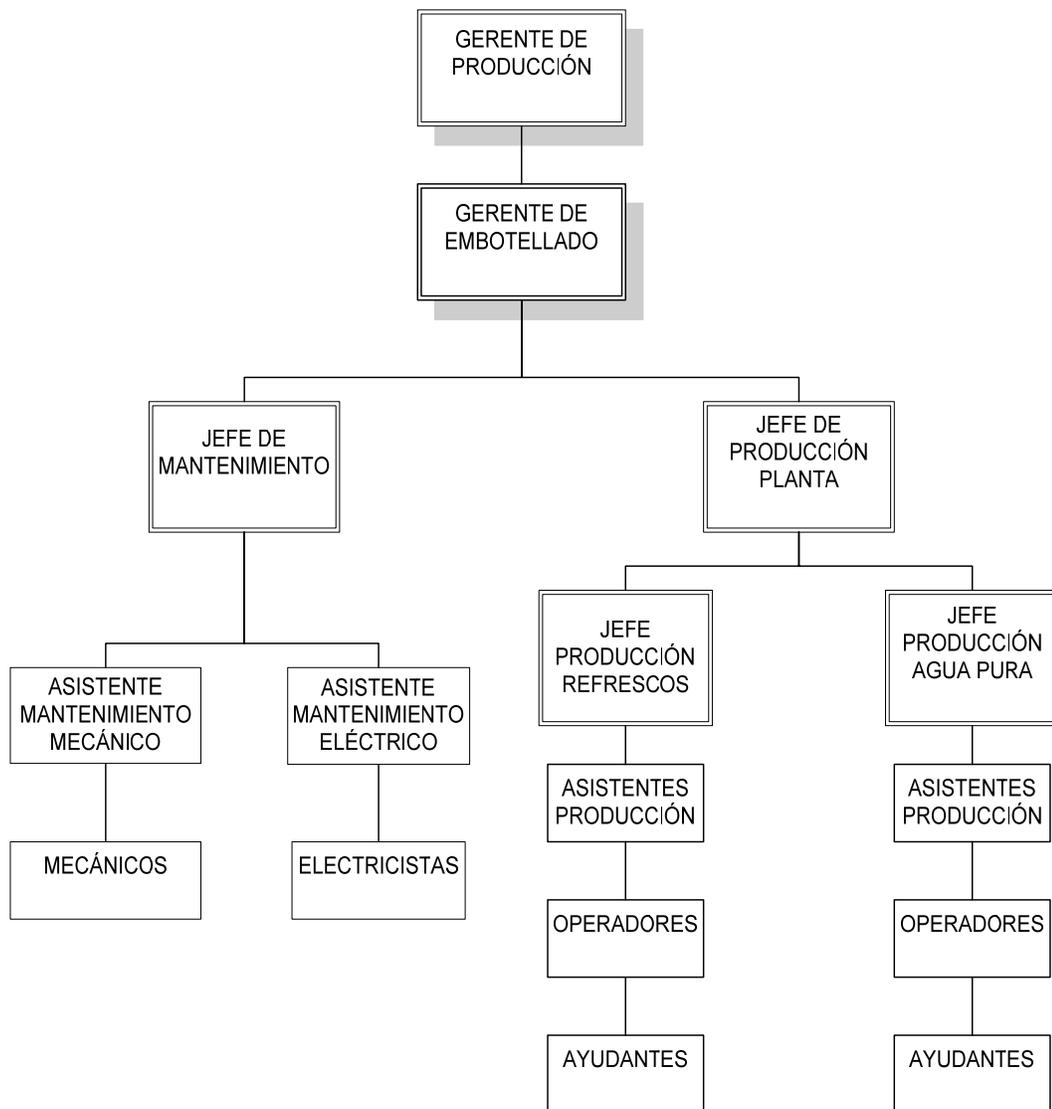
Para describir de una mejor forma la situación actual de la línea de producción y del departamento donde se llevó a cabo el proyecto, se mencionan algunos puntos importantes que se detectaron:

- Actualmente se utilizan dos tipos de mantenimiento, el correctivo y el preventivo.
- El mantenimiento preventivo solamente se utiliza en los equipos nuevos y automatizados.
- El mantenimiento correctivo se utiliza para el resto de la maquinaria e instalaciones de la empresa.
- No existen formatos para anotar y llevar un mejor control de los equipos que se les presta el servicio de mantenimiento correctivo.
- En algunos de los casos, no se deja limpio el lugar de trabajo.
- No existe una política de trabajo en equipo entre las distintas áreas del departamento de mantenimiento.

2.3.1 Organigrama del departamento de producción

La estructura organizacional del departamento de producción está diseñada estratégicamente para reunir en una unidad de trabajo a todos los que participan en la producción.

Figura 8. Organigrama del departamento de producción



Fuente: Departamento de producción embotelladora

2.3.2 Proceso de fabricación

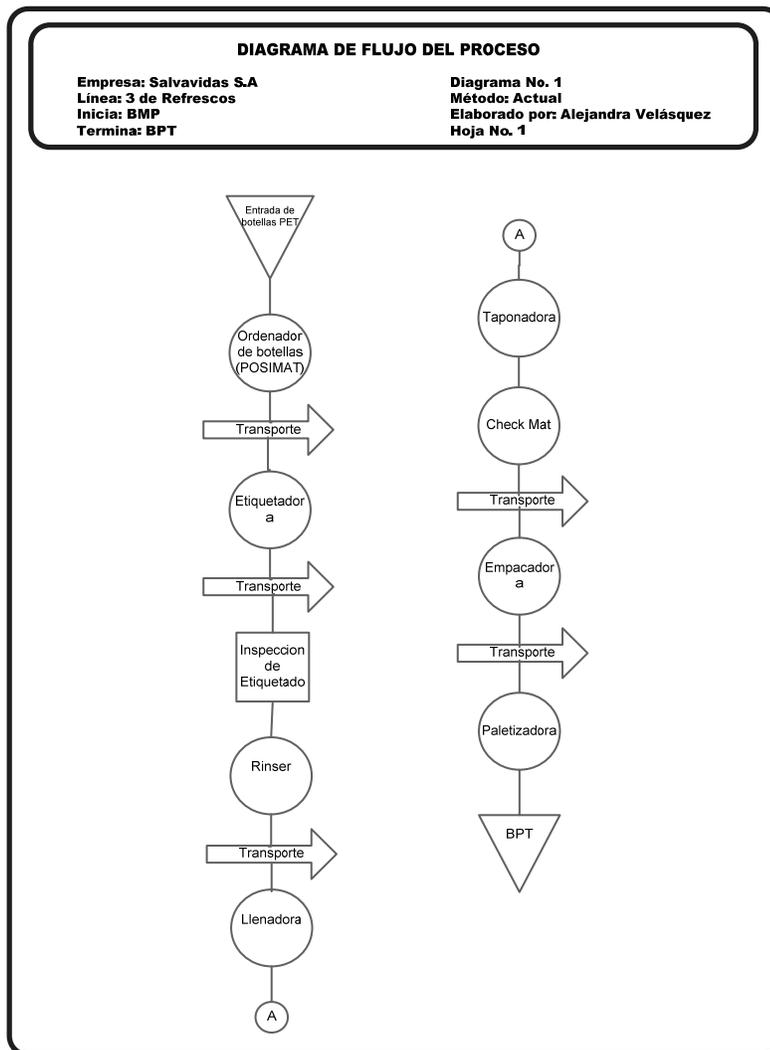
Cada jueves se hacen reuniones con los jefes de producción, bodega y mercadeo para planear el pedido de cada semana y planificar las cantidades y presentaciones de cada bebida. Los materiales e insumos de trabajo deben ser suministrados de modo que la operación se haga de manera controlada y efectiva. El operador de cada máquina debe reparar y ajustar la maquinaria y equipo, de acuerdo con la presentación programada. El ajuste de las máquinas se realiza con base en las medidas, distancias, aditamentos; según la presentación, como se indica en los manuales y tablas establecidas por el fabricante. El paso previo para la iniciar el proceso productivo es la puesta en marcha de los equipos periféricos: los cuales son necesarios para alcanzar las condiciones propias de arranque de las máquinas del salón.

Las botellas entran al ordenador de botellas y éste se encarga de seleccionarlas y enviarlas por medio de un transportador aéreo a la etiquetadora, ya etiquetadas las botellas se envían por medio de un transportador aéreo a el *rinser* donde las botellas son sostenidas por los laterales y son lavadas con una solución de agua y cloro. Ya lavadas son enviadas a la llenadora y taponadora, el producto por medio de una banda transportadora pasa por el *check mat* encargado de verificar la calidad del producto, si el producto está bien, pasa y si no está bien, en ese momento es desechado de la banda, al pasar por este chequeo de calidad el producto es llevado por medio de la banda a la empacadora en donde las botellas son agrupadas y ordenadas para ser empacadas, por último los paquetes son llevados a la paletizadora que es la encargada de armar los grupos de producto para ser llevados a la bodega de producto terminado.

2.3.3 Diagrama de proceso del método actual de fabricación

El tipo de proceso utilizado para la fabricación agua purificada es en línea, los equipos con que cuenta la línea de producción son semi-automatizados, a continuación se presenta el diagrama de flujo para la fabricación de de agua purificada.

Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de fabricación de bebidas purificadas



Fuente: Investigación de campo

2.3.4 Maquinaria y equipo implementado

Posimat: esta máquina es el posicionador de envase, construida en tubo y chapa de acero laminado con las superficies debidamente tratadas para resistir a la oxidación. En su parte frontal existe una puerta corredera doble también acristalada que facilita enormemente el acceso para cualquier ajuste y manipulación. Las botellas entran al posicionador a través de unas cintas transportadoras situadas en la parte superior de la máquina (zona de carga) desde donde van a la zona de preselección. En el interior de la máquina hay un disco rotativo en cuya periferia giran en sentido contrario a los cajetines de selección o alveolos. Estos alveolos reciben las botellas en tan solo dos posiciones: con la boca hacia adelante o hacia atrás, la acción combinada de los alveolos junto con una pieza de soporte hace que las botellas descendan a través de los embudos o canales de caída en una sola posición: de pie. Estos canales de caída guían a las botellas hasta la salida de la máquina depositándolas en un transportador de salida que puede ser de diversos tipos.

Rinser: sirve para limpiar envases en una línea de transporte. Los productos se sujetan aquí solo lateralmente. El transporte ocurre en el flujo continuo de material sin ciclo rítmico, silenciosamente y con cuidado. La máquina es dirigida por un equipo de control externo.

Etiquetadora: la máquina funciona de forma continua. Mandada por un sistema de regulación de rendimiento, se adapta automáticamente al flujo de envases que van entrando o saliendo. Los envases que llegan en el transportador son recibidos, se van espaciando al paso de la máquina, se colocan en los discos centradores de la mesa porta-botellas, fijamente sujetos se ponen en rotación.

A través de los rodillos de reenvío del transportador se transfieren las etiquetas de la bobina al dispositivo de corte. La velocidad del rodillo transportador está adaptada a la longitud de la etiqueta, de modo que se va retirando la cinta de etiquetas continuamente. Con ayuda de un rodillo encolador calentado, se aplican dos franjas finas de adhesivo caliente al principio y al final de la etiqueta. La franja de adhesivo aplicada al principio de la etiqueta sirve para transferir la etiqueta al envase. Al mismo tiempo garantiza una posición exacta e impide que la etiqueta se pueda desplazar. Por medio de la rotación del envase durante la transferencia de la etiqueta, ésta queda aplicada de forma tensa. El encolado final garantiza una adhesión segura.

Llenadora y taponadora: los envases se alimentan a la máquina por medio de transportadores, dentro de la máquina se colocan debajo de las válvulas de llenado, se llenan y según el pedido se transfieren a la taponadora donde se cierran posteriormente abandonan la máquina atravesando la zona de salida.

Paletizadora: esta máquina se encarga de armar los grupos de producto terminado para empacarlos y posteriormente enviarlos a la bodega de producto terminado.

2.4 Método actual en la planificación del mantenimiento

Dado que la producción de bebidas gaseosas es vital en la empresa, en la gerencia no piensan en parar todas las líneas de producción para realizarlo, sino se tiene la idea de que solamente con la limpieza y el mantenimiento preventivo de los equipos basta y que si alguna parte de un equipo necesita ser reparado, cambiado o mejorado, se cambiará solamente hasta que ésta quede totalmente inservible.

A continuación, se presenta el programa de mantenimiento que se estaba aplicando en este tiempo, éste no contaba con un período de aplicación sino que, era aplicado cuando había tiempo por algún acontecimiento fuera de las manos: como bodegas llenas, falta de materias primas, situación de los mercados tanto nacional como extranjero.

Para ello se cuenta con un programa de mantenimiento en el que se contemplan éstas series de situaciones, la forma en que se debe actuar y la persona responsable encargada de desarrollarlo conjuntamente con los procedimientos y las especificaciones técnicas a tomar en cuenta por área o sección de trabajo del que se trate.

2.4.1 Tipo de mantenimiento aplicado

A continuación se presenta la forma como se aplica por sección dentro de la fabricación de bebidas gaseosas:

Posimat

- a. Limpieza general de la máquina.
- b. Revisión general del estado de cojinetes, chumaceras y fajas.
- c. Revisión y cambio de los reductores que tienen fuga de aceite

Rinser

- a. Controlar niveles de aceite
- b. Limpiar bandejas
- c. Limpiar túnel calentador
- d. Limpiar máquina en general
- e. Limpiar husillos de ajuste
- f. Lubricar caja de engranaje

- g. Engrase de rodos
- h. Lubricar cadena

Etiquetadora

- a. Cambio de aceite a las cajas reductoras de la etiquetadora de la línea.
- b. Soldar la base dañada de la caja de etiquetas.
- c. Reparar fuga de aire del cilindro que presiona la etiqueta. Debido a la fuga no hay una presión adecuada a la etiqueta.
- d. Cambio de esponjas de los segmentos.
- e. Limpieza general de máquinas y transportadores.
- f. Limpieza general de bomba de pegamento.
- g. Fijar las bases del pedestal del cabezal de las *video-jet*.
- h. Eliminar fugas actuales de aire

Llenadora y taponadora

- a. Limpieza general de mangueras de aire
- b. Limpieza general de mangueras de aceite
- c. Limpieza general del tanque de alimentación
- d. Limpieza general de transportadores
- e. Limpieza y revisión del estado de las poleas y fajas de transportadoras
- f. Modificar el sistema de los reductores de los transportadores, colocar chumaceras fijas a las paredes del transportador.
- g. Colocar nueva electro válvula en la línea de nitrógeno.
- h. Revisión del estado de los reductores y retenedores de los transportadores, el reductor de la línea, por fuga de aceite.
- i. Cambio de mangueras de aire comprimido.
- j. Revisión a profundidad de los motores eléctricos, de la centrífuga y motor general.
- k. Limpieza general de transportadores, máquina, fajas y poleas.

Paletizadora

- a. Limpieza con líquido removedor del sistema de *hot melt*, cambio de boquillas dañadas.
- b. Limpieza y cambio de grasa en las cadenas de transmisión.
- c. Limpieza interna de la máquina.
- d. Eliminar fugas actuales de aire.

2.5 Análisis de pérdidas en la operación

Los efectos leves del equipo son tradicionalmente considerados no dañinos, porque su efecto individual en las descomposturas y defectos de calidad es mínimo, incluye cualquier factor que parece tener efecto en el resultado, sin importar su probabilidad como el polvo, suciedad, vibración y aproximadamente del 1 al 2% de abrasión caen en esta categoría. El objetivo de enfocar estos pequeños defectos es el de prevenir el efecto potencial que pueden producir al acumularse y que pueden disparar otros factores. La mayoría de pérdidas que se dan durante el proceso es por el ajuste del equipo. La mayoría de los ajustes pueden ser desempeñados sin prueba y error, solo los ajustes inevitables deben permanecer. Para eliminar ajustes se analizó su propósito, causas, métodos actuales y eficacia. Dentro de los propósitos del ajuste está el posicionar, centrar, medir y balancear.

Las causas son variadas dentro de las cuales se tienen:

- Acumulación de errores
- Falta de rigidez
- Falta de métodos de medición
- Ajustes inevitables
- Métodos inapropiados de trabajo.

2.5.1 Análisis de tiempos perdidos en la línea 3 de producción.

El objetivo de medir estos tiempos perdidos es el de prevenir el efecto potencial que pueden producir al acumularse. A continuación, se presentan los tiempos perdidos en la línea 3 de producción de agua purificada

Tabla I. **Tabla resumen tiempos perdidos octubre 2008, 2 litros**

TIEMPOS PERDIDOS LINEA 3 AGUA PURIFICADA			
MES DE OCTUBRE 2008		TIEMPO PROGRAMADO 1113.6 min.	
2 LITROS			
MINUTOS TOTALES	%TIEMPO PERDIDO	EGE PERDIDO EQUIVALENTE	EGE A GANAR
393	35.29	35.29	35.29

Fuente: **Investigación de campo**

Tabla II. **Tabla resumen tiempos perdidos octubre 2008, 20 onzas**

TIEMPOS PERDIDOS LINEA 3 AGUA PURIFICADA			
MES DE OCTUBRE 2008		TIEMPO PROGRAMADO 477.6 min.	
20 ONZAS			
MINUTOS TOTALES	%TIEMPO PERDIDO	EGE PERDIDO EQUIVALENTE	EGE A GANAR
107	22.4	22.4	22.4

Fuente: **Investigación de campo**

Tabla III. Tabla resumen tiempos perdidos noviembre 2008, 2 litros

TIEMPOS PERDIDOS LINEA 3 AGUA PURIFICADA			
MES DE NOVIEMBRE 2008		TIEMPO PROGRAMADO 1093.2 min.	
2 LITROS			
MINUTOS TOTALES	%TIEMPO PERDIDO	EGE PERDIDO EQUIVALENTE	EGE A GANAR
455	41.62	41.62	41.62

Fuente: Investigación de campo

Tabla IV. Tabla resumen tiempos perdidos noviembre 2008, 20 onzas

TIEMPOS PERDIDOS LINEA 3 AGUA PURIFICADA			
MES DE NOVIEMBRE 2008		TIEMPO PROGRAMADO 2194.2 min.	
20 ONZAS			
MINUTOS TOTALES	%TIEMPO PERDIDO	EGE PERDIDO EQUIVALENTE	EGE A GANAR
654	29.81	29.81	29.81

Fuente: Investigación de campo

Tabla V. Tabla resumen tiempos perdidos diciembre 2008, 2 litros

TIEMPOS PERDIDOS LINEA 3 AGUA PURIFICADA			
MES DE DICIEMBRE 2008		TIEMPO PROGRAMADO 1171.2 min.	
2 LITROS			
MINUTOS TOTALES	%TIEMPO PERDIDO	EGE PERDIDO EQUIVALENTE	EGE A GANAR
325	27.75	27.75	27.75

Fuente: Investigación de campo

Tabla VI. **Tabla resumen tiempos perdidos diciembre 2008, 20 onzas**

TIEMPOS PERDIDOS LINEA 3 AGUA PURIFICADA			
MES DE DICIEMBRE 2008		TIEMPO PROGRAMADO 2821.2 min.	
20 ONZAS			
MINUTOS TOTALES	%TIEMPO PERDIDO	EGE PERDIDO EQUIVALENTE	EGE A GANAR
543	19.25	19.25	19.25

Fuente: **Investigación de campo**

2.5.2 Eficiencia del equipo

La eficacia del equipo es una medida de valor agregado de la producción a través del equipo. TPM maximiza la eficacia del equipo por medio de dos tipos de actividad.

- Cuantitativa: incrementa la disponibilidad total del equipo y mejora su productividad en un período dado de tiempo.
- Cualitativa: estabiliza la calidad.

Una meta de TPM es incrementar la eficacia del equipo para que cada parte pueda ser operada en todo su potencial y mantenida a ese nivel. El creer que las cero descomposturas pueden ser alcanzadas es un prerrequisito para el logro de TPM.

Índice de eficacia total del equipo -EGE-. La eficacia puede ser medida utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{EGE} = \text{disponibilidad} * \text{tasa de desempeño} * \text{tasa de calidad.}$$

La disponibilidad es una excelente medida de la capacidad de uso del equipo durante el tiempo programado. En equipos que se encuentran saturados y trabajan permanentemente, como en procesos continuos, la disponibilidad está relacionada con la eficacia de las operaciones de mantenimiento y la gestión global de los equipos, ya que depende principalmente del tiempo perdido debido al estado de conservación del equipo. Representa la fracción o porcentaje de cuánto tiempo se dispone el equipo para que funcione sin detenerse durante el tiempo programado. Para valorar la disponibilidad se debe conocer el tiempo total de paradas no programadas –TPNP-. La disponibilidad se mejora eliminando las descomposturas, ajustes de arranque y las detenciones. El tiempo total perdido por paradas no programadas $TPNP = C+D+E$, este tiempo se obtiene sumando el total de tiempo en que el equipo o instalación ha estado detenida debido, a averías y fallos de equipo (C), ajustes a los programas de producción (D) y fallos en operación de equipos o fallos de proceso (E). Se contabiliza el tiempo desde el momento en que se detiene el equipo o identifica el fallo, hasta que se repara y se logra que el primer producto salga dentro de las características de calidad exigidas. Las paradas debidas a ajustes del programa de producción son consideradas como factores que afectan la disponibilidad. No se han incluido como paradas programadas, debido a que éstas se asumieron como las paradas previstas para no trabajar, con el propósito de facilitar el cálculo de la utilización efectiva del equipo. Una parada debido a cambio de programa afecta la forma como se utiliza el equipo durante el tiempo programado.

Algunas empresas no incluyen las paradas por cambio de programa en este apartado y prefieren considerarlas como paradas que afectan el aprovechamiento del equipo (AE), ya que buscan valorar la capacidad de gestión de sus directivos, debido a que en muchas ocasiones los cambios de programa de producción se deben a errores de coordinación entre las áreas

comerciales y los responsables de los programas de producción. Es importante que la empresa establezca criterios y se mantengan a través del tiempo para facilitar la comparación. Estas medidas se deben personalizar para cada situación del proceso e inclusive de cada equipo.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo programado} - \text{Tiempo perdido}}{\text{Tiempo programado}}$$

Donde el tiempo de carga es el total de tiempo que se espera que el equipo o planta opere, se obtiene restando el tiempo programado, el tiempo de las paradas programadas por mantenimiento planificado y otras actividades programadas con el personal.

$$\text{El aprovechamiento del equipo (AE)} = \frac{(\text{Tiempo calendario} - \text{TPNP}) * 100}{\text{Tiempo calendario}}$$

Donde el tiempo calendario es el tiempo teórico máximo expresado en horas que un equipo puede trabajar, esto es 8,760 horas por cada año (365 días * 24 horas).

La tasa de desempeño o rendimiento del equipo es el índice que representa el nivel de efectividad del proceso, asumiendo que el equipo no tiene paradas programadas de ningún tipo. Debido a la dificultad de obtener los datos de todas las pequeñas paradas y pérdidas de velocidad. Nakajima un experto del JIPM, sugiere que este índice se puede obtener dividiendo el nivel de producción real sobre el nivel de producción teórica o capacidad máxima de producción tomando el valor de diseño de la instalación.

Esta forma de cálculo incluye la totalidad de factores que reducen el rendimiento, pero tiene la desventaja de ocultar los detalles de las causas principales de la pérdida del rendimiento. Sin embargo, este sistema de cálculo tiene la dificultad de identificar el valor teórico del ciclo de producción y este puede cambiar debido a que en una instalación se pueden fabricar varios productos y cada uno de estos puede tener un valor diferente de capacidad máxima de producción. Algunas empresas preparan registros estadísticos que reflejen la variabilidad del índice de rendimiento del equipo y realizan estudios estadísticos para establecer un valor promedio. Otras empresas prefieren calcular la efectividad y llevar registros para cada producto. Otras la calculan con el producto que contribuye más al volumen o el producto cuello de botella. Lo más importante es contar con una medida que muestre que realmente se está mejorando la instalación con las acciones TPM. El propósito finalmente no es medir, sino mejorar la productividad de los equipos. La tasa de desempeño o rendimiento, se mejora eliminando las pérdidas de velocidad, detenciones menores y ocio.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Nivel producción actual}}{\text{Nivel teórico de prod.}}$$

La tasa de calidad o índice de calidad, representa el grado de efectividad que tiene un equipo para lograr los estándares de calidad del producto que se fabrica. Representa el tiempo que el equipo opera para fabricar productos satisfactorios de acuerdo a los parámetros de calidad. Los productos que incumplen las especificaciones utilizan un tiempo determinado del equipo para su producción y finalmente este se pierde debido a que no son aptos para comercializarlos.

El cálculo de esta medida incluye:

Tiempo de operación eficaz, es el tiempo durante el cual el equipo o planta produce bienes óptimos de calidad. Se obtiene restando del tiempo de operación neto, el tiempo empleado para fabricar productos defectuosos y el tiempo necesario para recuperar o rehacer los productos defectuosos.

Pérdidas por defectos de calidad (H), las pérdidas debidas a los productos defectuosos afectan el rendimiento, debido a que el tiempo empleado en su producción se pierde; si el producto se puede rehacer, este consumirá un tiempo adicional del equipo para este trabajo. Pérdidas al rehacer y recuperar el producto (I), es la pérdida de tiempo, energía y otros recursos empleados para rehacer el producto defectuosos y convertirlo en aceptable. Por ejemplo, productos contaminados que se deben someter a filtrado o selección.

En algunas empresas la recuperación del producto defectuoso se realiza en otro equipo o fuera de las instalaciones de la empresa. Desde el punto de vista de la productividad real del equipo en el que se fabrica inicialmente el producto, el tiempo de recuperación del producto defectuoso no se incluye en el cálculo de pérdida por defectos de calidad. Desde el punto de vista de la productividad total de la empresa es un factor importante a tener en cuenta el total de pérdidas por problemas de calidad = H+I. La tasa de calidad; se mejora eliminando los defectos en el proceso, durante los arranques.

$$\text{Nivel de calidad} = \frac{\text{Volumen de producción} - (\text{productos defectuosos} + \text{recuperados})}{\text{Volumen de producción.}}$$

Las tasas pueden ser determinadas en cada área de trabajo. El alto nivel de eficacia solo se logrará cuando las tres tasas sean altas.

Los niveles para la eficacia del equipo difieren, dependiendo de la industria, de las características del equipo y sistemas de producción involucrados. La eficacia del equipo promedia de 40 a 60% en las compañías investigadas por JIPM -*Japan Institute for Plant Maintenance*-. Este estándar puede ser elevado a 85 o 95%, a través de varias actividades de mejora, enfocándose a la reducción y eliminación de las pérdidas de eficacia del equipo.

La productividad total efectiva de los equipos –PTEE- es una medida de la productividad real de los equipos. Esta medida se obtiene multiplicando los siguientes índices:

$$\text{PTEE} = \text{AE} \times \text{EGE}$$

Donde AE, es el aprovechamiento del equipo y EGE es la efectividad global del equipo, éstas fueron detalladas anteriormente.

2.5.3 Índices y eficiencias actuales en la línea de producción

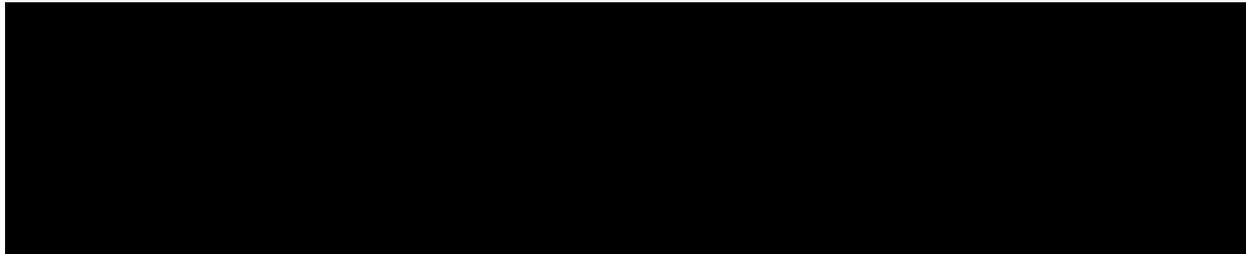
Se hicieron observaciones de la efectividad global del equipo en la línea de producción de refrescos, tomando en cuenta los datos recopilados por el sistema de EGE del último trimestre de producción 2008, también se presentará una tabla con la EGE acumulada durante el 2008 y las metas propuestas por el departamento de producción. A continuación se presentan los resultados de éstas mediciones.

Tabla VII. **Tabla cálculo de disponibilidad del equipo**

FABRICA DE BEBIDAS GASEOSAS SALVAVIDAS, S.A.				
AREA DE REFRESCOS LINEA 3				
Disponibilidad del Equipo (E.G.E) 2,008.				
Datos tomados del Sistema				
Linea	Refrescos	Octubre	Noviembre	Diciembre
3	20 onz Refr.	$(477.6-107)/477.6 = 77\%$	$(2194.2-654)/2194.2 = 70\%$	$(2821.2-543)/2821.2 = 81\%$
3	2.00Lts. Refr.	$(1113.6-393)/1113.6 = 64\%$	$(1093.2-455)/1093.2 = 58\%$	$(1171.2-325)/1171.2 = 72\%$

Fuente: **Investigación de campo**

Tabla VIII. **Tabla cálculo de desempeño o rentabilidad del equipo**



Fuente: **Investigación de campo**

Tabla IX. **Tabla cálculo de calidad**



Fuente: **Investigación de campo**

Como se puede observar los índices están por debajo de lo requerido a excepción de la calidad que siempre se ha mantenido en un nivel más alto de lo requerido, esto es porque hay un ojo óptico (*check list*) encargado de desechar o pasar el producto antes de ser empacado y esto garantiza casi el 100% de calidad en los productos.

Tabla X. **Tabla cálculo de EGE último trimestre 2008**

FABRICA DE BEBIDAS GASEOSAS SALVAVIDAS, S.A.						
AREA DE REFRESCOS LINEA 3						
Eficiencia Global del Equipo (E.G.E) 2,008.						
Datos tomados del Sistema						
Línea	Refrescos	Octubre	Noviembre	Diciembre	4. Trimestre	Meta 4. Trimestre
3	20 onz. Refr.	63	63	73	66	80
3	2.00Lts. Refr.	52	51	65	56	80

Fuente: **Recolección datos trabajo de campo**

Tabla XI. **Tabla cálculo de EGE acumulada año 2008**

FABRICA DE BEBIDAS GASEOSAS SALVAVIDAS, S.A.						
AREA DE REFRESCOS LINEA 3						
Eficiencia Global del Equipo (E.G.E) 2,008. ACUMULADA ANUAL						
Datos tomados del Sistema						
Línea	Refrescos	1. Trimestre	2. Trimestre	3. Trimestre	4. Trimestre	Acumulada Anual
3	20 onz. Refr.	71	68	65	66	68
3	2.00Lts. Refr.	40	41	50	56	47

Fuente: **Recolección datos trabajo de campo**

Observando estas eficiencias es claro que no se llega a lo requerido por la eficiencia global efectiva y es debido a que la disponibilidad y el desempeño están muy por debajo de lo mínimo aceptado, porque los tiempos perdidos son muy grandes y a veces se da el mismo problema con mucha frecuencia, indicando que los operarios no están poniendo la atención requerida cuando se les presenta un problema porque los mecánicos son los encargados de ajustar la máquina y darle su mantenimiento. Esto hace que los operarios se desliguen de cualquier responsabilidad ante un problema; es por todo esto que la implementación del TPM es necesario para la línea de producción ya que el personal se involucrará más en el cuidado y mantenimiento de la máquina que operan.

Aprovechamiento del equipo y productividad total efectiva de los equipos

Donde el AE y PTEE para el último trimestre del 2008 es:

Tabla XII. **Tabla cálculo AE y PTEE para 2008**

Aprovechamiento del equipo	$((132000\text{min}-2477\text{min})/132000)*100 = 98\%$
Productividad total efectiva del equipo	$AE * EGE, (0.98*0.61) = 59\%$

Fuente: **Recolección datos trabajo de campo**

El tiempo calendario está calculado en minutos (octubre, noviembre, diciembre) y la eficiencia global efectiva (EGE) es el promedio de las presentaciones de 20 onzas y 2 litros. Se puede observar que en el aprovechamiento del equipo (AE) están muy bien pudiéndose mejorar el porcentaje de aprovechamiento, ahora en la PTEE están bajos porque se está trabajando con una productividad casi del 50% de la maquinaria y es en lo que se tienen que enfocar a mejorar en la implementación del TPM.

3. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL TPM PARA EFICIENTAR LAS OPERACIONES DEL PROCESO PRODUCTIVO

3.1 Análisis de los factores que afectan la línea de producción

Se analizarán los factores que causan los tiempos perdidos en la línea de producción de agua purificada, una vez localizados estos puntos se trabajará para corregir o disminuir ese tiempo.

3.1.1 Pérdidas en estaciones críticas del proceso

Para reducir las pérdidas en estaciones críticas, se debe investigar completamente las características de las condiciones imperantes. Las pérdidas pueden ser reducidas mediante algunos de los pasos siguientes:

- Incrementando la confiabilidad del equipo
- Incrementado la restauración del equipo
- Estableciendo las condiciones de operación óptimas

La confiabilidad del equipo es la probabilidad de que este desempeñe las funciones requeridas satisfactoriamente, bajo condiciones específicas, en un cierto período de tiempo. La baja confiabilidad del equipo es la causa fundamental de las pérdidas crónicas.

La confiabilidad está basada en dos factores:

a. Confiabilidad intrínseca:

- Confiabilidad de diseño: los malos diseños dan como resultado fallas mecánicas, corta vida en las partes, instrumental de detección pobre, mala forma en las piezas de trabajo.
- Confiabilidad de fabricación: el fabricante de equipo, ensamble de partes, exactitud dimensional, forma de partes influyen en esta fuente.
- Confiabilidad en la instalación: la impropia instalación resulta en vibración, equipo desnivelado, mal cableado, mala plomería.
- Confiabilidad operacional

b. Confiabilidad en operación y manipulación: los errores de manipulación, errores de ajuste y arranque, estándares de operación incorrectos, inconsistencia en el mantenimiento de las condiciones básicas reducen la confiabilidad.

- Confiabilidad en mantenimiento: los errores en mantenimiento como el mal reemplazo de partes o ensamble incorrecto reducen también la confiabilidad del equipo.

Restauración del equipo, todo el equipo cambia con el tiempo dependiendo de las características particulares, los cambios grandes causan descomposturas en el equipo, cuando los pequeños cambios son descuidados (referidos como deterioro) pueden desarrollarse como descomposturas.

Restauración se refiere a retornar el equipo a sus condiciones originales, cambiando las partes y mecanismos. Sí solo unas partes han sido cambiadas,

las pérdidas continuarán. Esto no es aplicable a equipo que no puede satisfacer los requerimientos técnicos o de mercado.

Hay dos tipos de deterioro:

- Natural: ocurre a pesar de todo y por causa del uso.
- Acelerada: ocurre en un período más corto y es causada por factores humanos.

El deterioro debe ser identificado por inspección y corregido lo más rápido posible, desafortunadamente, los esfuerzos por detener el deterioro y la restauración son frenadas, por causa de que la siguiente información no siempre está disponible:

- b. Condiciones óptimas originales
- c. Métodos para detectar deterioro
- d. Criterio para medir el deterioro
- e. Procedimientos adecuados de restauración

Los problemas de deterioro pueden ser evitados estableciendo criterios y procedimientos como:

- Limpieza, es una manera efectiva para verificar y controlar el buen estado del equipo, sirviendo como forma primaria de inspección.
- Mantenimiento predictivo, los diagnósticos técnicos miden el deterioro en términos físicos y químicos. Si las condiciones están fuera de control, se toman medidas correctivas. Para llevar a cabo el mantenimiento predictivo es necesario tener la siguiente información: como medir el

deterioro, como detectar signos de anormalidad, que son las condiciones normales, donde están los límites de normalidad-anormalidad.

Condiciones de operación óptima, son las óptimas para el mantenimiento y funcionamiento de la capacidad del equipo, de tal forma que el equipo puede ser completamente utilizado en un período dado de tiempo. Son condiciones necesarias, los mínimos requerimientos para la operación. Son condiciones deseables, las que sobrepasan los niveles estándar de operación. Éstas últimas también son conocidas como óptimas.

Las siguientes preguntas pueden ayudar para establecer las condiciones óptimas:

TEMA	PREGUNTA
Precisión dimensional	¿Son las partes medidas y maquinadas correctamente?
Apariencia externa	¿Cuál es la condición externa de las partes y unidades?
Precisión de ensamble	¿Son las partes y componentes precisos?
Precisión de instalación	¿Se sacude la máquina? ¿Está a nivel?
Precisión operacional	¿Se compara lo normal con lo óptimo?
Ambiente	¿Es favorable al equipo el polvo y suciedad?
Fuerza de materiales	¿Es el material adecuado? ¿Hay alguno más durable?

Las condiciones óptimas deben ser conocidas para descubrir las condiciones defectivas donde se necesita mejora. Las condiciones básicas se encuentran en manuales, dibujos, fuentes técnicas, algunas veces en detalle de partes, instrucciones de ensamble y manuales de instalación. Para decidir sobre las condiciones óptimas y seleccionar los límites de control, hay que recurrir algunas veces a la base de prueba y error, o cambiar las condiciones para exponer defectos ocultos.

3.1.2 Pérdidas esporádicas en estaciones críticas del proceso

La eficacia del equipo es limitada por pérdidas esporádicas que pueden ser reducidas por medio de las siguientes actividades:

Tomando acción contra descomposturas, dos tipos de pérdidas son causadas: pérdidas de tiempo y de cantidad.

Mejorando los tiempos de preparación y ajuste: estas pérdidas resultan cuando hay cambios de requerimientos en los productos, hay pérdidas de tiempo y de productos, por defectos.

Reduciendo el ocio y retenciones menores: son difíciles de cuantificar y fáciles de resolver, estas pérdidas de tiempo tienen un gran impacto en la eficacia y normalmente se deben a paros por malfuncionamiento, obstrucciones y ocio.

Reduciendo pérdidas por velocidad: se refiere a la pérdida de producción causada por la diferencia entre la velocidad diseñada para el equipo y la velocidad actual de operación.

Reduciendo los defectos crónicos de calidad: son pérdidas causadas al producir productos defectuosos.

3.1.3 Pérdidas por tiempos de preparación

Los tiempos de preparación del equipo y ajuste, principian cuando la producción de un producto se completa y termina, la calidad estándar es lograda en la producción del siguiente producto. En otras palabras, es el tiempo

requerido para remover dados, plantillas de un producto, más el tiempo usados para limpiar, preparar dados, plantillas para el siguiente producto, más el tiempo usado para ensamblar el equipo, ajustarlo, hacer corridas de prueba y volver a hacer ajustes hasta que el producto alcance una calidad aceptable.

Con las técnicas ampliamente difundidas de *Shingeo Shingo's* conocidas como SMED -*Single-Minute Exchange of Die*- y la creciente confiabilidad de los avances de ingeniería industrial a los problemas de la fábrica, los tiempos de preparación y ajuste han sido reducidos. Aún así queda lugar para mejoras en muchos casos, particularmente en el área de los ajustes que cuenta por el 50% del tiempo de preparación. La mayoría de la gente se queja de la pérdida de tiempo en preparar y ajustar el equipo, pero pocos entienden la relación entre las variables para hacer mejoras, esa falta de entendimiento la podemos resolver mediante manuales de TPM que el personal pueda entender y facilitarles el trabajo para minimizar los tiempos de preparación y ajustes.

3.1.4 Pérdidas por tiempos de ajuste en cambio de presentación

Muchos ajustes pueden ser desempeñados sin prueba y error, solo los ajustes inevitables deben permanecer. Para eliminar ajustes se analizó su propósito, causas, métodos actuales y eficacia.

Propósito del ajuste: posicionar, centrar, medir, ajustar tiempo y balancear.

Causas del ajuste: pueden ser necesarios por las siguientes circunstancias:

- Acumulación de errores: cuando no hay límites específicos de mantenimiento, combinado con la falta de equipo, da lugar a acumular errores.
- Falta de estándares: los ajustes son requeridos cuando no hay estándares o cuando los estándares son inadecuados o cuando no hay suficientes datos disponibles para preparar el estándar.
- Falta de métodos de medición: los métodos disponibles de medición y sus instrumentos deben ser adoptados.
- Ajustes inevitables: algunos tipos de mecanismos y equipos requieren de la intervención humana, para el apropiado funcionamiento, a menos que el mecanismo sea rediseñado, los ajustes se seguirán requiriendo.
- Métodos inapropiados de trabajo: cuando los métodos no son claros se hace necesario los ajustes.

Análisis de la eficacia de las operaciones de ajuste: se usó el siguiente análisis para estudiar la eficacia de las operaciones para determinar cuáles ajustes son esenciales y cuáles deben ser eliminados:

- Identificación de propósitos, algunos ajustes tienen más de un propósito.
- Análisis de métodos, considere los siguientes puntos: el orden de los pasos a seguir, criterio de los métodos, número de repeticiones, distinción entre ajustes iniciales y finales, métodos de manejo de materiales y métodos de medición.
- Clarifique razones, use los conocimientos adquiridos en los pasos anteriores, liste y organice las razones aparentes para los procedimientos.

- Analice principios, busque más allá de los procedimientos, cuales son las funciones reales de las operaciones de ajustes.
- Investigue causas, identifique porqué los ajustes son necesarios, que causó el ajuste.
- Considere alternativas, finalmente considere mejoras que eliminarán la necesidad de hacer ajustes.

Mejora de ajustes inevitables, cuando los ajustes no pueden ser eliminados, varias estrategias pueden ser adoptadas.

- Seleccione valores definidos: use valores constantes para evitar ajustes, considere métodos de medición que permitan evaluar con valores numéricos, o intente diferentes atributos.
- Establezca un procedimiento, establezca un procedimiento estándar para ejecutar los ajustes y esté seguro que cada paso es completamente entendido.
- Mejore destrezas, incremente las destrezas de los trabajadores practicando los procedimientos.

3.1.5 Pérdidas en calidad

Cuando un sistema de producción regularmente produce total o parcialmente productos defectuosos, a pesar de varias mejoras y control en la medición, esas partes malas son llamadas fallas crónicas de calidad. Los productos defectuosos irreparables son pérdidas obvias; menos obvias son las pérdidas generadas por productos defectuosos parcialmente, que requieren una inversión adicional en horas-hombre en reparación o re trabajo.

3.1.6 Averías por problemas ocultos (limpieza, lubricación y atornillaje)

Estas averías afectan drásticamente las condiciones óptimas o deseadas de los equipos, presentan efectos como vibración excesiva, sonidos anormales, desgaste de piezas excesivas e incomodidad en la operación.

La primera es porque no se cumple al pie de la letra con el programa de mantenimiento preventivo (planificación), otra causa es por falta control sobre el atornillaje de todas las piezas que se encuentran sujetadas al equipo. La segunda es por la falta de lubricación, en esta se cae de nuevo en la poca participación de los operadores y el incumplimiento del mantenimiento preventivo y el ultimo efecto, es por falta de un programa de limpieza para las máquinas o equipos, puesto que si existiera un control de la ejecución de estas tareas no se tendría pérdidas en la disponibilidad del equipo.

Defectos en el equipo

Los defectos leves del equipo son tradicionalmente considerados no dañinos, porque su efecto individual en las descomposturas y defectos de calidad es mínimo. Incluye cualquier factor que parece tener efecto en el resultado, sin importar su probabilidad como el polvo, suciedad, vibración y aproximadamente del 1 al 2 % de abrasión caen en esta categoría. El objetivo de enfocar estos pequeños defectos es el de prevenir el efecto potencial que pueden producir al acumularse y que pueden disparar otros factores. Ningún acercamiento analítico garantiza la identificación de cuales defectos causan tales problemas, la solución es eliminar todos los posibles defectos.

Para ello, hay que seguir dos principios:

- Evaluar la relación entre el equipo y los defectos leves, desde una perspectiva ingenieril, revisar los factores relacionados y los principios básicos.
- No distraerse, mantener en mente que la probabilidad de que un defecto simple contribuya al problema total se muestra como irrelevante.

3.2 Maquinaria y equipo

Parte importante de la propuesta de la implementación es saber en qué condiciones se encuentra la maquinaria y equipo de la línea de producción para poder evaluar el tipo de mantenimiento que se aplicará, es por eso que en los siguientes subcapítulos se estudia el estado de los equipos.

3.2.1 Condiciones del área de trabajo

Las condiciones del área de trabajo estarán descritas en un documento controlado, el cual es una hoja de inspección de auditoría visual, esta incluye la organización, el orden, la limpieza y la seguridad, esta inspección se hará dos veces cada mes y será parte de los registros de seguridad e higiene industrial.

3.2.2 Condiciones del equipo y maquinaria

No se cuenta con ningún medio para evaluar las condiciones de los equipos y maquinaria en la línea de producción. Se utilizará una hoja especial para la evaluación de cada uno de los equipos.

Esta evaluación permite que el operador critique su equipo y demuestre la necesidad de mejorarlo y darle mantenimiento autónomo, el equipo se evalúa para determinar su confiabilidad, capacidad y su condición general (apariencia, limpieza, facilidad de operación, seguridad y ambiente). La calificación del equipo podrá ser de la siguiente manera:

- **Malo:** debajo de los estándares establecidos, no debería de ser usado.
- **Regular:** escasamente aceptado, debajo de los estándares.
- **Promedio:** este cumple con los requerimientos mínimos aceptables.
- **Bueno:** arriba de los estándares, puede seguir mejorando.
- **Excelente:** reúne o excede con todas las expectativas deseadas.

Auxiliándose de la tabla XIII se evaluarán los equipos con base en la hoja de calificación, ver anexos figura 19.

Tabla XIII. **Tabla condición- Acción**

Calificación	Condición	Posibles acciones
1(Malo)	Muy difícil de operar. No confiable. No se ajusta a las tolerancias. No se hace mejoramiento. Inseguro de operar. Muy alta tasa de desechos. No hay mantenimiento preventivo.	Requiere atención inmediata. Desechos Reconstruir Comenzar con mantenimiento preventivo. Mejorar función y seguridad. No se hace mantenimiento Limpieza Revisar
2(Regular)	Casi aceptable. Bajo las normas. No es fácil de operar Capacidad limitada Sucio Alta tasa de desechos Muy poco mantenimiento preventivo.	Requiere acción temprana Reconstruir Mejorar función y seguridad Mejorar mantenimiento preventivo Limpiar Mejorar inspección.
3(Promedio)	Cumple con los requerimientos Relativamente confiable Se realiza mantenimiento preventivo. No está en buenas condiciones Capacidad algo limitada Apariencia decente Desechos promedio.	Requiere acción. Mejorar funciones necesarias Mejorar inspecciones Mejorar mantenimiento preventivo Limpiar No dejar que se deteriore
4(Bueno)	Maquina confiable Buena apariencia Muy poco desecho Todos los mantenimientos preventivos se han realizado. Se ha realizado algo de mejoramiento Cumple con todas las normas.	Posibles acciones Ajustar los mantenimientos preventivos. Seguir inspeccionando los equipos. Seguir limpiando/lubricando Mejorar donde sea posible No dejar que se deteriore
5(Excelente)	Perfecta condición Se ve nuevo No hay desechos Se ha mejorado el equipo No hay descomposiciones Se ha realizado mantto. preventivo	Utilice como ejemplo Muestre a los clientes No dejar que se deteriore Mantener un registro de mantto. preventivo Mantenerlo perfectamente limpio.

Fuente: **Instituto Internacional TPM**

3.2.2.1 Eficacia del equipo

Se observa en el análisis anterior que se le hizo a los equipos que si se utilizan de manera eficiente, se puede lograr un buen desempeño de los mismos, el problema está en el uso que se les da al momento de operar. Se podría aprovechar más la eficiencia si se reducen los paros en la maquinaria y para lograrlo el personal debe saber que es su responsabilidad darle el cuidado y mantenimiento debido. A continuación se presentan una serie de paros en la línea de producción y se propone el uso de manuales TPM que serán vitales para que el personal se involucre con el mantenimiento autónomo al momento de la implementación.

3.3 Causas de paros en la línea de producción

Se analizan las causas que provocan paros en los equipos de la línea de producción para poder encontrar las soluciones y disminuir el tiempo de paro en esta.

3.3.1 Ordenadora de envases (POSIMAT)

Tabla XIV. **Tabla de fallas del equipo y sus eliminaciones**

POSIBLE FALLA	POSIBLE SOLUCION
Continuos paros por embudo obstruido	Abrir la puerta contraria del transportador de salida de botellas de la máquina y retirar las botellas atascadas
Continuos paros por sobre-esfuerzo	Los continuos paros pueden ser debidos a una mala lubricación de las piezas mecánicas.
Producción inferior a la requerida	Comprobar que la velocidad de producción de la máquina es la adecuada. Comprobar que se han

	seguido correctamente todos y cada uno de los pasos necesarios cuando se realizó el cambio de formato. Comprobar que la cantidad de botellas del interior de la máquina es la adecuada.
Salen botellas al revés y rotas	Compruebe antes que nada que las botellas que llegan al posicionador están en buen estado, o sea que no están rotas ni aplastadas, ni sean más cortas de lo normal por insuficiente presión de soplado. Es usual que durante el transporte o dentro del silo, las botellas se dañen, por tanto disponga de una persona controlando la zona de carga del posicionador durante cierto tiempo, con tal de que pueda extraer a mano botellas defectuosas evitando así su entrada al posicionador. Sólo de esta forma podrá usted estar seguro que el problema es debido al posicionador y si es así deberá verificar el siguiente punto: Compruebe que las botellas que están colocando en la máquina y las que se ofrecieron para probar en fábrica son iguales.
Continuos paros por embudo obstruido	Compruebe que no haya ninguna botella atascada en el embudo. Revise que la varilla de los micros no se haya movido y este tocando con el segmento o con el <i>puck</i> , si es así coloque la palanca el micro en su posición de origen.

Fuente: **Investigación de campo**

3.3.2 Etiquetadora de envases

Errores en el etiquetado: son varias causas, entre ellas puede ser que en el rodillo encolador no haya adhesivo, el recipiente de adhesivo está vacío, el

adhesivo no es el apropiado, la temperatura del adhesivo no es correcta, los elementos de alisado están desgastados.

Tabla XV. Tabla de fallos y reparaciones para la etiquetadora

POSIBLE CAUSA	POSIBLE SOLUCIÓN
En el rodillo encolador no hay adhesivo.	Comprobar y corregir el conjunto encolador.
El recipiente de adhesivo está vacío.	Rellenar el recipiente de adhesivo.
El adhesivo no es apropiado.	Utilizar adhesivo apropiado
La temperatura del adhesivo no es correcta.	Ajustar de nuevo la temperatura del adhesivo.
Durante el cambio se ha montado piezas del juego de formato incorrectas.	Montar las piezas correctas del juego de formato.
Los elementos de alisado están desgastados.	Recambiar las piezas desgastadas.
La distancia entre el cilindro de transferencia de vacío y el rodillo encolador es demasiado grande.	Corregir el ajuste.
La cinta de etiquetas no está correctamente introducida.	Introducir la cinta de etiquetas según el esquema de enhebrado.
La cinta de etiquetas es de mala calidad	Utilizar una cinta de etiquetas de mejor calidad. Cambiar la bobina de etiquetas.
Tensión irregular de la cinta de etiquetas.	Controlar, si la cinta de etiquetas esta correctamente enhebrada. Comprobar el regulador de conducción de la cinta de etiquetas.
Cuchilla mal ajustada.	Ajustar la cuchilla de nuevo o reajustarla.
La cuchilla está rota o desgastada.	Montar una cuchilla nueva.
Aplicación deficiente de adhesivo.	Comprobar la afinidad del adhesivo.
Pinzas de agarre sucias o dañadas.	Limpiar o recambiar las pinzas de agarre.

El listón de vacío en el cilindro de transferencia de vacío esta desgastado o mal ajustado.	Controlarlo, recambiar piezas desgastadas o ajustarlo de nuevo.
El conjunto encolador está mal ajustado.	Controlarlo, ajustar el conjunto.
Las etiquetas se quedan pegadas en el rodillo encolador porque el adhesivo está demasiado frío, el adhesivo no es apropiado.	Aumentar la temperatura del adhesivo, utilizar adhesivo apropiado.
Las etiquetas se dañan porque las pinzas de agarre están sucias.	Limpiarlas.
Las etiquetas se dañan porque el material de las etiquetas tiene insuficiente resistencia al desgarre.	Utilizar material de etiquetas adecuado.
El listón de vacío está dañado.	Controlarlo y recambiarlo.
No hay adhesivo en el (los) rodillo (s) encolador(es).	Controlar el conjunto encolador y reajustarlo.
Demasiado adhesivo, las etiquetas resbalan en los envases.	Disminuir la hendidura entre la rasqueta de adhesivo y el rodillo encolador.
La estación de alisado no está ajustada de forma optima.	Controlarla y ajustarla de nuevo.
Las etiquetas se deforman en la estación de alisado	Reducir la aplicación de adhesivo.
El contorno del fondo de las botellas/los envases no es plano.	Reclamarlo al fabricante de botellas.
El cilindro de transferencia de vacío no sujeta las etiquetas de manera uniforme.	Volver a regular la presión de vacío, o limpiar las pinzas de agarre.

Fuente: **Investigación de campo**

3.3.3 Rinser

Arranques y paros: para cada puesta en marcha, la máquina tiene que estar en un estado de funcionamiento listo para el servicio.

Antes de la puesta en marcha verificar:

- El ajuste de anchos de las vías de cadenas
- Verificar la velocidad de transporte de las cintas de alimentación y de extracción así como del rinser.
- Verificar la tensión de la cadena de arrastre
- Controlar un excesivo desgaste de todas las regletas de deslizamiento.
- Verificar el ajuste de los elementos de goma en la cadena de arrastre y cambie los elementos que falten o estén dañados.
- Verificar el aceitado y engrase de los árboles de cardan, cojinetes embridados y el bloque del motor de accionamiento y renovar según las instrucciones respectivas de mantenimiento.
- Tienen que retirarse los cuerpos ajenos y las suciedades excesivas especialmente en la zona de las estaciones de ajuste.

Los paros que se dan en la maquinaria se deben normalmente a:

- Acumulación en salida: la acumulación a la salida del rinser es la causa más repetitiva, ésta se da cuando las guías de salida están muy abiertas o están mal ajustadas a la altura de la botella y estas se traban en la salida.

Los fallos se remiten normalmente a una de las causas siguientes:

- Árboles de cardan mal insertados durante el montaje.
- Esfuerzo muy alto debido a un ajuste de anchos muy estrecho.
- Cadena de arrastre muy desgastada o deteriorada.
- Ruedas de cadenas en la estación de inversión o de accionamiento. no engrasan o están desgastadas.

- Partes de las cintas de alimentación y de extracción entran en contacto con la rinser.
- Cadena de arrastre demasiado tensa.

3.3.4 Llenadora de envases

Algunas de las causas de fallas posibles se describen a continuación:

Tabla XVI. **Tabla de posibles fallas y soluciones en la llenadora**

POSIBLE CAUSA	POSIBLE SOLUCIÓN
El interruptor principal está en O	Poner el interruptor principal en "I"
Se activaron los dispositivos de protección de la máquina	Observe la indicación de texto en la pantalla y los dispositivos de control
El interruptor aislador del accionamiento principal se accionó	Analizar por qué ocurrió y desbloquear el interruptor
El freno del accionamiento principal no se suelta	Analizar por qué ocurrió y desbloquear el interruptor
El interruptor que permite el mantenimiento está en O	Poner el interruptor que permite el mantenimiento en "I"
Las tiras de desgaste o placas de transferencia desgastadas en el transportador	Cambiar las piezas desgastadas en el transportador
Durante el cambio de presentación se han montado piezas falsas en el juego de formato	Colocar las piezas del juego de formato correcto para la presentación que se está trabajando
Estrella de entrada desajustada	Pedir a los mecánicos que ajusten la estrella correctamente
El ajuste de los puntos de transferencia ya no es correcto	Pedir a los mecánicos que corrijan los ajustes
La altura de las placas de transferencia entre sí y en relación a las estaciones de llenado no es correcta	Ajustar la altura
Defectos mecánicos en el elemento de llenado	Compruebe: <ul style="list-style-type: none"> • Empaques de válvulas • Tubo de llenado
La varilla de la tulipa centradora está doblada hacia el lado	Enderezar la varilla
Los empaques de las tulipas centradoras están defectuosas	Cambiar los empaques
Las válvulas del líquido no se abren	Reparar las válvulas
En los reguladores de la caja de mando	Ajustar los valores correctos

se han ajustado valores falsos	
En los reguladores mecánicos se han ajustado valores falsos	Ajustar los valores correctos
En las válvulas de llenado se han montado las piezas incorrectas de cambio de formato	Montar las piezas correctas
El cabezal del carrusel está ajustado a una altura incorrecta	Ajustar el cabezal del carrusel correctamente
Las válvulas del sistema de tuberías no están en la posición "producción"	Colocar las válvulas del sistema de tuberías en la posición "Producción"
Las válvulas del sistema de tuberías no se han conmutado a "AUTO"	Conmutar todas las funciones a "AUTO"
Los ajustes se encuentran de un margen correcto, pero no son totalmente exactos	Comprobar los ajustes de los reguladores de la caja de mando, los ajustes de los reguladores mecánicos, los parámetros de llenado

Fuente: **Investigación de campo**

3.3.5 Empacadora

Guía de entrada: se detiene cuando en la entrada se caen botellas y debido a éstas se produce una acumulación, el operario es el encargado de detener la máquina y ordenar las botellas para que la máquina las pueda agarrar u colocar en su debido orden.

Envases trabados: en el paso de ordenamiento de botellas hay veces que las botellas se traban en las paletas que las ordenan y traban la máquina, esto hace que la máquina pierda el tiempo en lo que el operario las compone.

Termoencogible de otro calibre: hay ocasiones donde el termoencogible no viene del mismo calibre y el operario no lo sabe por lo que no gradúa la cuchilla encargada de cortar y cuando la cuchilla quiere cortar el termoencogible, no se corta bien y se tiene que parar la máquina para graduar la cuchilla.

Horno: cuando el paquete pasa por el horno, puede que la temperatura del horno no está ajustada y los paquetes salen mal pegados o puede que el aire del horno no esté bien graduada.

3.3.6 Paletizadora

Los embalajes no entran en la máquina, esto se da cuando las fotocélulas correspondientes están sucias, también puede que se dé cuando las barandillas del transportador de embalajes/cajas no están reguladas conforme a lo especificado.

Los *palets* vacíos no entran o bien los llenos no salen: hay *palets* que pueden bloquear las guías de los transportadores, lo que se debe hacer es separar los *palets* defectuosos, también se puede dar porque las fotocélulas de posicionamiento estén mal ajustadas.

3.4 Manuales de procedimiento TPM para la línea de producción

El objetivo de estos manuales TPM es establecer los lineamientos a seguir para que el operario sea capaz de darle mantenimiento autónomo a su equipo. A continuación se describen los pasos a seguir desde que ingresa la botella vacía hasta que sale como producto terminado.

3.4.1 Ordenador de botellas (POSIMAT)

Este manual está diseñado para que el operador cuente con una secuencia sencilla y práctica de los pasos a seguir para darle mantenimiento al ordenador de envases -POSIMAT-.

MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

ORDENADORA DE BOTELLAS LINEA 3 BEBIDAS

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN

a. Limpieza y mantenimiento

Normas estándar de seguridad en operaciones de mantenimiento.

1. Activar uno de los pulsadores de paro de emergencia de la máquina.
2. Desconectar la alimentación de tensión del armario eléctrico de la máquina por mediación del interruptor principal.
3. Bloquear la posición de cerrado del interruptor principal por mediación de un candado, la llave que posibilita la apertura del candado debe guardarla y mantenerla consigo el operario que efectúe la operación en la máquina.
4. Colocar un letrero bien visible con el texto MÁQUINA EN INSPECCIÓN situándolo preferiblemente en el exterior del armario eléctrico de la máquina.

Después de haber finalizado los trabajos de inspección o mantenimiento y antes de volver a conectar el aire a presión y la energía eléctrica, a fin de poder poner la máquina nuevamente en funcionamiento, asegúrese de no dejar en el interior de la máquina ninguna herramienta ni cualquier otro objeto que hubiera sido remplazado. La primera puesta en marcha de la máquina después de una operación de inspección o mantenimiento debe ejercerla la misma persona que ha ejecutado los trabajos de inspección/mantenimiento o bien cualquier persona autorizada con conocimientos suficientes del funcionamiento de la máquina y que esté debidamente informado de las operaciones realizadas en la misma, la cual después de comprobar que los dispositivos de seguridad funcionan correctamente, podrá retirar el cartel MÁQUINA EN INSPECCION y permitir que los operadores habituales de la máquina ejerzan su trabajo.

Verificar:

Aceite del motor-reductor

El aceite de los motor-reductores montados en su máquina, deberá ser cambiado cada 10,000 horas de funcionamiento o cada dos años. Datos recomendados por el fabricante.

Rodamientos de la máquina

Todos los rodamientos montados en su máquina están engrasados de por vida, por lo que no es necesario su engrase.

Tabla de equipo de limpieza al posimat

EQUIPO	POSIMAT
Frecuencia	Diariamente o después del fin de la producción.
Utensilios y productos para el	<ul style="list-style-type: none"> • Agua tibia.

mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Trapo para limpieza
Trabajos a ejecutar	<ul style="list-style-type: none"> • Llevar a cabo un control visual durante los trabajos de limpieza.
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • No rociar directamente en los puntos de lubricación • No rociar componentes eléctricos. • No utilizar dispositivos de limpieza por alta presión. • No utilizar detergentes ni ningún otro desinfectante.

- El operario es el encargado de preguntar si se va a hacer algún cambio de presentación para desmontar las partes a cambiar.
- Cuando esté desmontado se procede a sopletear la maquinaria para quitar restos de polvo.
- Luego de haber sopleteado se comienza a limpiar la maquinaria con un paño limpio y agua, teniendo cuidado de no humedecer componentes eléctricos ni los puntos de lubricación.
- Se le aplica a las chumaceras de engranaje su lubricación correspondiente.
- Donde se encuentren chumaceras llenas de grasa, se le aplica lubricante para poder limpiarlas.
- Limpiar los pucks con un trapo húmedo.

Después de terminar la limpieza por dentro, se limpia afuera de la misma manera, con un trapo limpio y agua.

Figura 10. **Entrada a ordenadora de envases POSIMAT**



Fuente: **Empresa embotelladora de gaseosas.**

Figura 11. **Pucks de la ordenadora de envases**



Fuente: **Empresa embotelladora de gaseosas**

b. Lubricación

Estado de la máquina: se indica cómo debe estar la máquina al momento de realizar la lubricación, si debe estar encendida o apagada, o se hace la observación que indica que la máquina debe usar el sistema paso a paso, lo cual debe hacerse con mucha precaución.

Tabla de lubricación para posimat

PUNTOS A LUBRICAR	TIPO DE LUBRICANTE	FRECUENCIA	CANTIDAD	FECHA	OPERADOR
Chumaceras interior de la máquina	Olista	c/15 días	3 bombazos		
Cruces cardan	Olista	c/15 días	3 bombazos		
Cojinetes eje cardan	Olista	c/15 días	3 bombazos		
Engranajes abiertos	Heavy 936	c/8 días	Película con brocha		
Chumaceras tolva de envase	Olista	c/15 días	3 bombazos		
Chumaceras banda inclinada	Olista	c/15 días	3 bombazos		
Chumaceras banda distribuidora	Olista	c/15 días	3 bombazos		
Cadena de rodillos tracción de bandas	Aceite CC 77	c/15 días	Película fina con brocha		
Cadena de rodillos tracción discos	Obeen UF3	c/8 días	3 aplica.		

3.4.2 Etiquetadora

Este manual está diseñado para que el operador cuente con una secuencia sencilla y práctica de los pasos a seguir para darle mantenimiento a la etiquetadora.

MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL
ETIQUETADORA LINEA 3 BEBIDAS
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN

a. Limpieza

Tabla de limpieza a máquina etiquetadora

Equipo:	Máquina y piezas de la máquina.
Frecuencia	Diariamente o después del fin de la producción.
Utensilios y productos para el mantenimiento	<ul style="list-style-type: none">• Escoba.• Cepillo.• Esponja.• Agua tibia.
Trabajos a Ejecutar	<ul style="list-style-type: none">• Llevar a cabo un control visual durante los trabajos de limpieza.
Observaciones	<ul style="list-style-type: none">• No rociar directamente en los puntos de lubricación• No rociar componentes eléctricos.• No utilizar dispositivos de limpieza por alta presión.• Eliminar con agua residuos de detergentes en la máquina.• Secar piezas de máquina sensibles con pistola de aire.

Equipo	Ventanas transparentes.
Frecuencia	Diariamente o después del fin de la producción.
Utensilios y productos para el mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Agua caliente. • Trapo suave. • Lejía de jabón.
Trabajos a ejecutar	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar si están limpias y si están dañadas. • Si es necesario limpiarlas o repararlas.
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Las ventanas transparentes no deben estar rayadas ni deben tener rajaduras.

Equipo	Encolador
Frecuencia	Diariamente o después del fin de la producción.
Trabajos a ejecutar	<ul style="list-style-type: none"> • Limpieza del recipiente de adhesivo caliente. • Rellenar el recipiente del adhesivo caliente.
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • No debe entrar agua o detergente en al adhesivo caliente.

Equipo	Rodillo encolador
Frecuencia	Diariamente o después del fin de la producción.
Utensilios y productos para el mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Detergente especial <i>Melt-o-clean</i>
Trabajos a ejecutar	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar si esta desgastado. • Limpiarlo de posibles restos de etiquetas • Eliminar posibles restos de adhesivo quemado. • Limpiar las superficies.
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • No se deben utilizar nunca objetos duros o afilados para eliminar restos de adhesivo.

Equipo	Transportadores
Frecuencia	Semanalmente o cada 50 horas de servicio.
Trabajos a ejecutar	<ul style="list-style-type: none"> • Control de los transportadores. • Cadenas. • Dientes de la rueda de cadenas. • La comba de la cadena. • Las tiras de desgaste y las poleas de reenvío. • Limpieza de los transportadores.
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Observar el desgaste de las placas hasta la mitad de su grosor original.

Figura 12. **Etiquetadora KRONES**



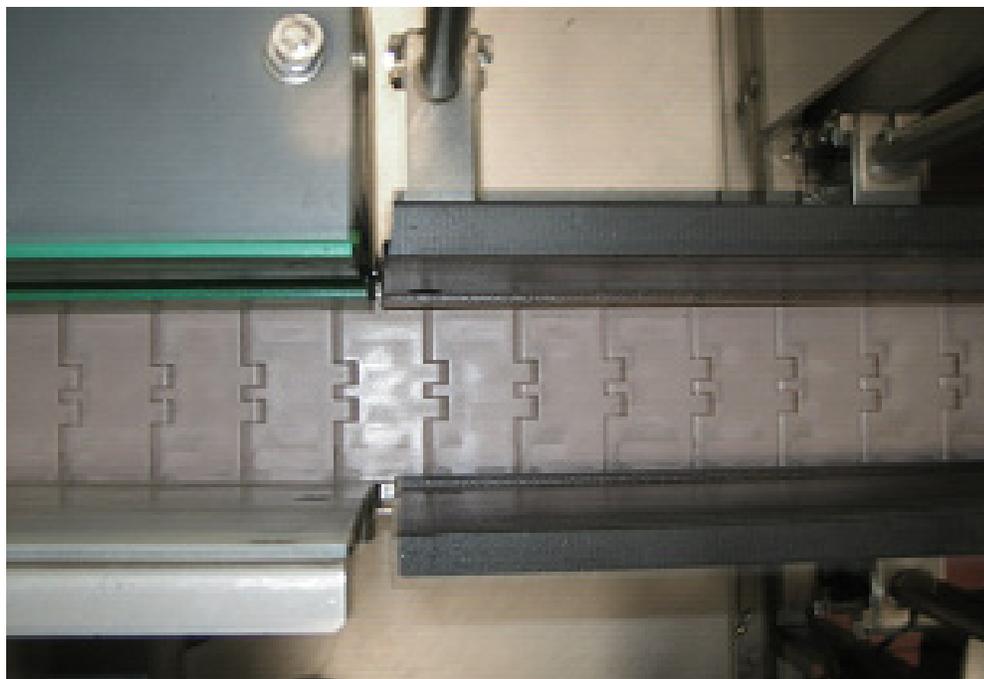
Fuente: **Empresa embotelladora**

Figura 13. Vista por afuera de la etiquetadora



Fuente: **empresa embotelladora**

Figura 14. Transportador de la etiquetadora



Fuente: **Empresa embotelladora**

b. Lubricación

Tabla de lubricación para la etiquetadora

Puntos a lubricar	Tipo de lubricante	Frecuencia	Cantidad	Fecha	Operador
Rodillos encoladores	Optitemp HT2	c/24 horas	2 bombazos		
Grasera del carrusel	Olista	c/3 días	5 bombazos		
Resortes elevadores	Obeen UF3	c/15 días	Una aplicación		
Platillos giratorios	Olista	c/8 días	4 bombazos		
Cruz cardán superior	Olista	c/8 días	2 bombazos		
Cruz cardán inferior	Olista	c/8 días	2 bombazos		
Unidad de mantenimiento de cilindros de rodillos encoladores	Aceite 943 AW 32	Chequear nivel	Nivel indicado		
Unidad de mantenimiento inferior	Festo OFSW 32	Chequear nivel	Nivel indicado		
Transportador de entrada	Olista	c/15 días	3 a 4 bombazos		
Transportador de salida	Olista	c/15 días	3 a 4 bombazos		

3.4.3 Rinser

Este manual está diseñado para que el operador cuente con una secuencia sencilla y práctica de los pasos a seguir para darle mantenimiento al rinser.

MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

RINSER LINEA 3 BEBIDAS

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN

Figura 15. Rinser KRONES



Fuente: **Empresa de Embotellado**

a. Limpieza y mantenimiento

Para conservar una instalación funcional durante un largo periodo de tiempo, es suficiente con una limpieza a fondo y un re-engrase de acuerdo con

las instrucciones. Con un almacenaje correcto no son necesarias medidas mayores de conservación. Se debe evitar el influjo de disolventes, radiaciones UV y vapores de grasas y aceites especialmente sobre los elementos de arrastre de goma. Durante el funcionamiento es necesario realizar una inspección periódica (especialmente de las cadenas, de las ruedas de cadenas y de las regletas de deslizamiento) del sistema de transporte. De esta forma se evitan anomalías y pueden realizarse trabajos de mantenimiento a tiempo antes de que se llegue a dar daños mayores, en la puesta en marcha debe tener lugar un control aprox. Cada 50 horas de servicio, después es suficiente con un control periódico aprox. Cada 250 horas de servicio.

En el rinser suele ocurrir condicionado por la forma constructiva, que las placas de cadenas de la cadena de arrate queden sometidas a esfuerzos predominantemente por un lado y que se desgasten así. Para prolongar la duración de uso de la cadena, se debe cambiar la cadena del cuerpo de cinta izquierdo al respecto, tan pronto como se vea un claro desgaste en el pie de guía de la placa de cadena (por regla general después de aprox. 2,000 a 3,000 horas de servicio) de modo que ahora también se use la parte de la placa de cadena hasta ahora menos sometida a esfuerzo.

a. Lubricación

Tabla lubricación a rinser

CHUMACERA DE EJE DE TRACCIÓN	
Lubricante	Olista
Frecuencia	Cada 8 días
Cantidad	2 bombazos
Fecha	-----
Quién lo realiza	Operador designado
Observaciones	-----

CRUCES CARDAN TRACCIÓN PRINCIPAL	
Lubricante	Olista
Frecuencia	Cada 8 días
Cantidad	3 bombazos
Fecha	-----
Quién lo realiza	Operador designado
Observaciones	-----

3.4.4 Llenadora y taponadora

Este manual está diseñado para que el operador cuente con una secuencia sencilla y práctica de los pasos a seguir para darle mantenimiento a la llenadora y taponadora.

<p>MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL</p> <p>LLENADORA Y TAPONADORA LINEA 3 BEBIDAS</p>
<p>DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN</p>

<p>a. Limpieza de la llenadora o ciclo CIP</p> <p>Durante el ciclo CIP la máquina es enjuagada, según sea necesario con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detergente • Desinfectante • Agua fría <p>Las tulipas de enjuague deben estar instaladas.</p>

Tabla limpieza o CIP de la llenadora

Pasos	Trabajos a realizar
1	<p>Seguir las indicaciones de seguridad, en especial lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Protecciones para los oídos • Lentes protectoras • Guantes protectores • Camisa de trabajo • Delantal • Calzado de trabajo, suela antideslizante
2	Poner todas las funciones de producción en AUTO
3	Verificar que las botellas falsas (postizas) CIP estén instaladas y que éstas no estén en contacto con los juegos de formato de guía en la entrada/salida
4	<p>En máquinas con un sistema de canalización ajustable a mano o sin el paso del programa necesario.</p> <p>Si en la tabla de válvulas en la caja de mando o en la matriz de válvulas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aparece el paso del programa necesario, ajustar las válvulas del sistema de canalización según lo indicado en la tabla. • Falta el paso del programa necesario, orientarse por el paso del programa CIP. Prestar atención a que: <p>Las válvulas de drenaje estén CERRADAS.</p> <p>Todas las válvulas internas estén ABIERTAS</p> <p>Las válvulas en el conducto de retorno CIP estén ABIERTAS.</p>
5	En máquinas con un sistema de canalización automático y con el paso del programa necesario, el ajuste de las válvulas de la tubería se realiza automáticamente al llamar el paso del programa
6	<p>Subir los cilindros elevadores (solo en máquinas con cilindros elevadores)</p> <p>Subir los dispositivos elevadores (solo en llenadoras PET con dispositivos elevadores neumáticos)</p>

7	<p>Para limpiar o desinfectar la máquina abrir la alimentación de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detergente • Desinfectante • Agua caliente <p>Nota: al emplear detergentes y desinfectantes, no sobrepasar los valores máximos de concentración, temperatura y tiempo de reacción.</p>
8	<p>Para enjuagar detergentes y desinfectantes de la máquina o para volver a enfriar la máquina abrir la alimentación de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agua fría o • Agua caliente (el enjuague con agua caliente es recomendable, si, p.e., se llena a continuación en caliente.) <p>Siempre que se hayan empleado detergentes y desinfectantes, hay que enjuagar la máquina con agua.</p>
9	<p>Para iniciar el ciclo CIP, llamar el paso del programa necesario</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ciclo CIP con/sin drenaje a intervalos hacia afuera • CIP (en máquinas si el paso del programa necesario) <p>Nota: en CIP con drenaje a intervalos hacia afuera salen detergentes/desinfectantes/agua caliente.</p> <p>Ahora el ciclo CIP está en marcha hasta que el operador lo pare.</p>
10	<p>Para CIP con drenaje a intervalos hacia afuera</p> <p>En máquinas sin paso del programa especializado para ello o con un sistema de canalización ajustable a mano.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abrir las válvulas de seguridad, las válvulas de drenaje y los grifos toma-pruebas a intervalos y dejarlos enjuagar. <p>En máquinas con el paso del programa especializado para ello</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las válvulas hacia fuera se abren y se enjuagan automáticamente. <p>Nota: en las válvulas abiertas salen detergentes / desinfectantes / agua caliente</p>
11	<p>Si la instalación es enjuagada con agua clara</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tomar muestras de agua en las válvulas de seguridad y en los grifos toma-pruebas de la máquina y del conducto de la bebida. • Comprobar si las muestras de agua contienen detergentes/desinfectantes. • Comprobar si las muestras de agua contienen microorganismos.
12	<p>Para cambiar el detergente / desinfectante</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si es necesario, vaciar primeramente la máquina, para evitar que los medios se mezclen. • Luego conectar el nuevo detergente / desinfectante o el agua.
13	<p>Para finalizar la fase de limpieza</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cerrar la alimentación del líquido detergente • Esperar hasta que las bombas se paren • Iniciar el programa “ posición básica” • Desconectar la máquina

b. Lubricación

Tabla de lubricación para llenadora y taponadora KRONES

Puntos a lubricar	Tipo de lubricante	Frecuencia	Cantidad	Fecha	Operador
Cruces cardán	Olista	C/8 días	5 bombazos		
Sistema centralizado	Olista	Chequear el nivel	Nivel indicado		
Eje distribuidor central	Tribol 823-2	C/3 días	5 bombazos		
Punta de eje distribuidor central	Tribol 823-2	C/22 días	3 bombazos		
Unidad de mantenimiento	Festo OFSW 32	Chequear el nivel	Nivel indicado		
Vaso lubricador de cilindros levadizos	Aceite 943 AW 68	C/24 horas	Nivel indicado		
Chumaceras transporte llenadora-empacadora	Olista	C/15 días	3 a 4 bombazos		
Cadenas tracción transporte llenadora-empacadora	Aceite CC 77	C/15 días	Película fina con brocha		
Pista de rodos de cabezales	Tribol 823-2	C/ 8 días	Película fina con brocha		
Graseras de rodos	Tribol 823-2	C/8 días	1 bombazo		
Grasera de cabezal	Tribol 823-2	C/8 días	1 bombazo		
Cilindros de cabezales	Obeen UF3	C/8 días	1 aplicación		
Engranajes de tracción de cabezales	Olista	C/8 días	Película fina con brocha		
Grasera estrella de entrada	Tribol 823-2	C/8 días	4 bombazos		

3.4.5 Empacadora

Este manual está diseñado para que el operador cuente con una secuencia sencilla y práctica de los pasos a seguir para darle mantenimiento a la empacadora.

MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

EMPACADORA LINEA 3 BEBIDAS

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN

a. Limpieza

Cuando limpie la máquina, tome en cuenta las indicaciones siguientes:

- Después de vaciar la máquina y abrir las puertas protectoras: desconectar el interruptor principal.
- Eventualmente quitar de la máquina los trozos de cristal o los objetos extraños.
- Eliminar suciedad gruesa con un trapo seco.
- Por razones de seguridad y/o de funcionamiento, hay que asegurarse antes de limpiar la máquina, de que no pueda entrar líquido.

¡Atención!

- La máquina no se debe limpiar con vapor recalentado o con disolventes agresivos que contengan cloro!
- No rociar los motores con chorro frío cuando están calientes (¡condensación!).
- No limpiar el pupitre de mando, el armario de distribución y la máquina con un chorro de agua a presión.
- Quitar todas las coberturas adicionales después de la limpieza.

Limpieza todas las 20 horas

Los trabajos siguientes tienen que efectuarse por un mecánico o un operador especialmente calificado:

- Quitar posibles fragmentos existentes y / o objetos extraños de la máquina.
- Los restos de la producción se deberían limpiar periódicamente con agua al fin del turno.
- Retirar los restos de film de las piezas móviles; guías, áreas deslizantes y cuchilla.

Tiempo necesario previsto para la realización de los trabajos, 20 minutos.

Limpieza todas las 100 horas

Los trabajos siguientes tienen que efectuarse por un mecánico o un operador especialmente calificado:

- Limpieza total de la máquina/de los transportadores.
Mantener limpio el generador de señales, el interruptor inductivo y los accionamientos y posiciones de almacenamiento (no pulverizar directamente con agua).

Tiempo necesario previsto para la realización de los trabajos:
30 minutos.

b. Lubricación

Utilizar solamente los lubricantes permitidos por Kettner (tabla lubricantes).

La selección de los lubricantes y los intervalos de cambio de aceite de los motores de accionamiento se deben realizar según las especificaciones del fabricante. Básicamente limpiar antes de cada lubricación

¡Atención!

No entremezclar lubricantes sintéticos y no mezclar con lubricantes minerales.

Cuando se utilizan lubricantes sintéticos, hay una etiqueta de advertencia en el engranaje.

Lubricación y engrase cada 20 horas

¡Atención!

Poner el interruptor principal del armario de distribución eléctrico en la posición *OFF* (paro) y cerrar (con un candado) antes de cada limpieza, control o lubricación. Los trabajos siguientes tienen que efectuarse por un mecánico:

W: Unidad de mantenimiento

Evacuar el aire de la máquina con la válvula de cierre

Dejar escapar el agua de condensación en caso de que no haya una válvula automática.

Lubricación y engrase cada 100 horas

¡Atención!

Poner el interruptor principal del armario de distribución eléctrico en la posición *OFF* (paro) y cerrar (con un candado) antes de cada limpieza, control o lubricación. Los trabajos siguientes tienen que efectuarse por un mecánico.

Engrasar con grasa universal (grasa líquida):

1. Cojinete del eje de accionamiento del transportador de artículos (para lubricación central, primero se realiza la conexión de los transportadores de artículos). No es necesaria la lubricación del cojinete, la durabilidad de la lubricación de los cojinetes está garantizada.

Tiempo necesario para la realización del trabajo: 30 minutos.

3.4.6 Paletizadora

Este manual está diseñado para que el operador cuente con una secuencia sencilla y práctica de los pasos a seguir para darle mantenimiento a la paletizadora.

MANUAL DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

PALETIZADORA LINEA 3 BEBIDAS

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN

a. Limpieza y mantenimiento

Aspectos a tomar en cuenta al limpiar la máquina

- La máquina no se debe limpiar con vapor recalentado o con disolventes agresivos que contengan cloro.
- No limpiar los cojinetes con un equipo de limpieza de alta presión.
- Asegurarse antes de limpiar la máquina con algún líquido, por ejemplo agua de que esta no entre en las aberturas de la máquina. Cubrir el filtro del ventilador del armario de distribución antes de la limpieza.
- No limpiar el pupitre de mando, el armario de distribución, los motores y todos los cojinetes con un chorro a presión.
- No rociar los motores con un chorro frío cuando están calientes.
- Quitar todas las coberturas correspondientes con un chorro a presión.
- Quitar posibles fragmentos existentes y / o otros objetos extraños de la máquina / de los transportadores.
- Limpiar siempre las máquinas / los transportadores sucios antes de

cada lubricación o engrase.

- Limpiar la máquina de inmediato con agua tibia al fin del servicio

Limpieza cada 20 horas

- Quitar posibles fragmentos existentes y/o otros objetos extraños de la máquina.
- Los restos de la producción se deberían limpiar periódicamente con agua al fin del turno.

Tiempo previsto para realizar el trabajo: 5 minutos.

- Activar y reposicionar los dispositivos de seguridad, por ejemplo fotocélulas, interruptores de las puertas, pulsador PARADA DE EMERGENCIA, dispositivo de seguridad mecánica contra caída.
- Prueba de las lámparas indicadoras, avisos de falla y PARADA DE EMERGENCIA (prueba de lámparas).

Tiempo previsto para realizar el trabajo: 10 minutos.

Limpieza cada semana

- Limpieza de toda la máquina y todos los transportadores: en lo posible, tratar cuidadosamente al limpiar los transmisores de señales, los interruptores inductivos, los motores y los cojinetes (no rociarlos directamente con agua). Después de cada limpieza intensiva de la máquina y de los transportadores, controlar todos los puntos de engrase según el manual. Si entró agua en los cojinetes, hay que engrasarlos.
- Fotocélulas y reflectores: a continuación hay que secarlos con cuidado con un paño blando y comprobar su función.

Tiempo previsto para realizar el trabajo: 30 minutos

Limpieza cada mes

- Filtro de aire del armario de distribución eléctrica (limpiar soplando con aire comprimido).
- Limpiar el silenciador de válvula (utilizar gasolina de lavado).

Tiempo previsto para realizar el trabajo: 15 minutos

Araña

Limpieza cada 20 horas

- Antes de cada limpieza, control o lubricación, hay que girar el interruptor principal del armario de distribución eléctrica a la posición de PARO y asegurarlo (con un candado).
- Los trabajos siguientes tienen que efectuarse por un mecánico o un operador especialmente calificado: quitar posibles fragmentos existentes u otros objetos extraños de la máquina.

Los restos de la producción se deberían limpiar periódicamente con agua al fin del turno.

Tiempo previsto para la realización del trabajo: 5 minutos

Limpieza cada semana

- Limpieza de toda la máquina y todos los transportadores:

- En lo posible, tratar cuidadosamente al limpiar los transmisores de señales, los interruptores inductivos, los motores y los cojinetes (no rociarlos directamente con agua).
- Después de cada limpieza intensiva de la máquina / de los transportadores, controlar todos los puntos de engrase según el manual. Si entró a los cojinetes hay que engrasarlos.
- Fococélulas y reflectores.

A continuación hay que secarlos con cuidado con un paño blanco y comprobar su función.

Tiempo previsto para la realización del trabajo: 30 minutos

Limpieza cada mes

- Filtro del aire del armario de distribución eléctrica (limpiar soplando con aire comprimido).
- Limpiar el filtro del aire del marco de aspiración (limpiar soplando con aire comprimido).
- Limpiar el silenciador de válvula (utilizar gasolina de lavado).

Tiempo previsto para la realización del trabajo: 15 minutos.

3.5 El mantenimiento productivo total como un sistema de trabajo estándar

Si se pregunta por qué el TPM es un sistema de trabajo estándar, se encontrará estas razones:

- Porque éste centra todas sus actividades en el factor humano de toda la compañía, para lo cual se asignan tareas de mantenimiento a ser realizadas en pequeños grupos, mediante una conducción motivadora.
- Por que existirá un mejoramiento permanente de los procesos al mejorar el mantenimiento.
- Porque con el TPM se lleva un control de la productividad y de la eficiencia de la mano de obra.
- Porque con el TPM también se lleva un control por comparación con indicadores mundiales de la misma actividad, puesto que es una filosofía que viene con una certificación a nivel mundial como las normas ISO.

3.5.1 Ventajas sobre otros mantenimientos

Existen muchas ventajas del TPM, aunque no hay que descartar que esta filosofía de mantenimiento, utilice como apoyo el mantenimiento preventivo y predictivo, algunas desventajas de los otros mantenimientos se podría mencionar las siguientes:

- En el mantenimiento preventivo y predictivo, caen en hacer cambios innecesarios, así como se tienen problemas al inicio de operación después de haber hecho un desmontaje y arme de una pieza (alteración de la estabilidad del equipo).

- Además si por alguna razón, no se realiza un servicio de mantenimiento previsto, se alteran los períodos de intervención y se produce un degeneramiento del servicio.
- Y por último los costos de inventarios de repuestos para estos mantenimientos son muy elevados, también se necesita de una mano de obra intensiva y especial para periodos cortos.

Ahora bien entre las ventajas del TPM sobre los mantenimientos anteriormente mencionados se podrían mencionar las siguientes:

- Control del cumplimiento de los planes y de los programas, identificación y análisis de las causas que motivaron los desvíos.
- Control de los gastos reales con relación a los planeados.
- Control sobre las horas de parada relacionadas con las horas de actividad de la planta.

3.5.2 Beneficios del sistema

Una forma para estimaciones de beneficio del TPM es calcular el aumento de volumen para reducir las interrupciones menores más frecuentes sobre el equipo específico, si el equipo es afectado por atascamientos, detenciones e interrupciones cortas. Esto puede ser importante si se tienen líneas múltiples con las mismas interrupciones.

La importancia de los manuales, ya descritos, radica en la reducción de estas interrupciones. Con el manual de mantenimiento productivo total se

mejora la calidad en el producto, se reduce el tiempo medio entre fallas –MTBF- la disponibilidad del equipo aumenta y por ende el aprovechamiento de los equipos y la productividad. Estos manuales es mejor hacerlos por equipo que por planta.

También se debe poner atención a sus limitantes o cuellos de botella para calcular el valor de eliminar esas limitaciones. Si se pudiera correr, por decir algo 10,000 unidades más en cada semana y cada una de estas generara 1 dólar de renta, se tendrían una ganancia adicional de 10,000 dólares por semana. Su costo unitario se reduciría y permitiría rebajar el precio y vender más unidades usando la capacidad extra que se ganó por mejorar la EGE.

Además se puede usar tiempo medio entre fallas –MTBF-, como puntos de ahorro para mostrar las reducciones de costos por incrementar el tiempo entre fallas. Esto es muy específico de componente y equipo pero es otra manera para calcular los beneficios. Hay muchas otras oportunidades de reducir costos como: reducción de costos por ciclo de vida, pérdidas por mantenimiento no planeado, reducción de costos de personal por eliminar la necesidad de un tercer turno.

La variable importante es la condición actual del equipo (cuán bien mantenido está), la gente (cuán diestra y capaz es) y el liderazgo persistente con que se hará este trabajo. Es difícil calcular el valor de la mejora en la moral, en las relaciones entre mantenimiento y operaciones, gestión y horarios, así como el sentimiento de orgullo y sentido de realización por hacer que las áreas de trabajo y equipo se miren mejor y corran mejor. Pero esto también tiene un valor.

3.5.3 Costos

Una de las formas de calcular el impacto es tomando el equipo más crítico (puede ser entre el 25 y 30% del proceso) y llevarlo a un valor OEE de 85 a 90%. No es conveniente calcular OEE de la planta sino el de los equipos críticos (cuellos de botella). Una forma de calcular ese beneficio es cuando se parte de un 55% (que está dentro de parámetros normales) y se lleva a 85-90% y se compara la capacidad adicional lograda. En ciertos casos no es costeable implementar en toda una planta, ya que el costo de la implementación puede no representar posibilidad de recuperar lo invertido. Se analizará el OEE actual y determinará el monto de las pérdidas en las tres componentes: Disponibilidad por ejemplo, si se tiene al 60% y se puede incrementar al 90%, se calcula cuántas unidades adicionales se pueden producir en ese tiempo adicional de disponibilidad. Se toma el caso de que esa disponibilidad reducida en realidad está afectando nuestra productividad y el aumentar la producción permite vender más. De no ser así se puede complicar este cálculo, pero es siempre posible.

También, se logra avanzar en OEE cuando se logra reducir en los paros menores, cuando el equipo está sujeto a atascamientos, huecos en la línea (casos crónicos en muchas ocasiones).

Es posible cuantificar lo que está costando re-trabajar o reciclar partes defectuosas. Se tiene que poner atención a las restricciones o cuellos de botella para apoyar el proyecto. Si se puede producir 10,000 piezas más por semana y cada una le representa \$1.00 de utilidad, esto se convertiría en no sólo \$10,000, sino que al aumentar el volumen, el costo por unidad se reduce, lo que puede permitir reducción del precio y por tanto mayor volumen de ventas gracias al aumento de la capacidad de la planta. Si se puede obtener más

producción con nuestros recursos actuales, eso hace que la utilidad por cada dólar invertido sea mayor y el costo de servicio del capital (intereses) ha disminuido. Otro factor a considerar es el MTBF o sea el tiempo promedio entre fallas. Si bien este factor está orientado al equipo o máquina, se puede convertir a resultados al analizar cómo beneficia el hecho de ahorrar en costos de mantenimiento no planeado, tiempo extra y tercer turno.

El rendimiento sobre lo invertido se podrá observar en el mediano plazo con reducciones en el costo de mantenimiento que van del 25 al 30% y en costos de producción que se consideran entre 20 y 25%. Esto es visible tras unos cinco años de implementación. Hay documentados muchos casos donde se ve que mientras el primer año el costo es alto, a partir del segundo año los costos se reducen y el beneficio va en aumento constante. En la empresa se calculó un estimado del costo para la implementación de TPM tomando en cuenta tres aspectos vitales en el programa, los cuales son¹:

Entrenamiento	Q 369,600.00	No se cuenta con uno
Mantenimiento eléctrico	Q 241,828.04	15% extra del actual
Mantenimiento mecánico	Q 1,478,393.98	20% extra del actual
TOTAL	Q 2,089,822.02	

¹ Datos proporcionados por la empresa embotelladora

4 IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1 Plan de implementación del mantenimiento productivo total

Para iniciar la aplicación de los conceptos de TPM en actividades de mantenimiento de la planta, fue necesario que los trabajadores estuvieran enterados de que la gerencia del más alto nivel tiene un serio compromiso con el programa. El primer paso en este esfuerzo es la designación o contratación de un coordinador de TPM de tiempo completo. La labor de ese coordinador es vender los conceptos y bondades del TPM a la fuerza laboral a base de un programa educacional. Se debe convencer al personal de que no se trata simplemente del nuevo programa del mes, simplemente esa culturización puede tomar hasta más de un año.

Se formaron equipos de acción y tienen la responsabilidad de determinar las discrepancias u oportunidades de mejoramiento, la forma más adecuada de corregirlas o implementarlas e iniciar el proceso de corrección o de mejoramiento. Se establecieron comparaciones al visitar otras plantas, en este caso se negoció con una empresa similar y una máquina fue seleccionada como área de problema, la máquina fue estudiada muy detalladamente por el equipo TPM. Se hicieron observaciones de tiempo productivo y de paros por fallas o por cambios de herramienta (tiempo improductivo), algunos miembros del equipo tuvieron la oportunidad de visitar otra planta que tenía una máquina igual pero usándola con mayor eficiencia. Esta visita les dio varias ideas de mejoramiento para traer la máquina a una operación competitiva tipo "clase mundial" y se trazó un plan de acción.

Se procedió a seguir el plan, se hizo limpieza, cambio de partes desgastadas, bandas, mangueras, pintura y ajustes necesarios. Como parte del proceso, se revisaron los procedimientos de operación y mantenimiento y se dio la capacitación necesaria. Un representante de la fábrica de la máquina fue llevado para apoyar en algunas partes de este proceso.

El éxito quedó demostrado, los registros de tiempo productivo de la máquina comenzaron a marcar un avance tanto en el proceso como en la productividad. Se seleccionó otra máquina, luego otra y así sucesivamente hasta completar la tarea y mejorar los niveles de rendimiento de esa línea de producción.

El entrenamiento para coordinadores de TPM se obtuvo de una empresa proveedora de ese servicio, también se puede recurrir a instituciones privadas, (TPM on Line entre ellos por ejemplo), asociaciones de profesionales y además hay un buen número de publicaciones especializadas. Hay varios seminarios principalmente en los EE. UU. Algunas de estas empresas de capacitación están ofreciendo recorridos por las plantas exitosas, lo que sirve para tomar buenas ideas y ejemplos, así como establecer comparaciones.

4.1.1 Siete pasos para llegar a nivel cero averías

Dado que el mantenimiento autónomo es una de las características distintivas de TPM es necesario prestarle la mayor atención a la forma de implantarla. Este tipo de actividades involucra a muchas personas y en las cuales se requiere participación activa y positiva; es necesaria de una preparación muy cuidadosa, desde el comienzo, por parte de todos los interesados.

Al desarrollo del mantenimiento autónomo, sigue una serie de etapas o pasos, los cuales pretenden crear progresivamente una cultura de cuidado

permanente del sitio de trabajo, cuyo objetivo es lograr el cambio de actitud indispensable para el éxito del programa.

Los pasos sugeridos para aplicar el mantenimiento autónomo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla XVII. Tabla de pasos para el mantenimiento autónomo sugerido

Pasos	Nombre	Actividades a realizar
1	Limpieza e Inspección	Eliminación de suciedad, escapes y polvos.
2	Acciones correctivas para eliminar las causas que producen deterioro acumulado en los equipos. Facilitar el acceso a los sitios difíciles para facilitar la inspección.	Evitar que nuevamente se ensucie el equipo, facilitar su inspección al mejorar el acceso a los sitios que requieren limpieza y control, reducción el tiempo empleado para la limpieza.
3	Preparación de estándares experimentales de inspección autónoma.	Se diseñan y aplican estándares provisionales para mantener los procesos de limpieza, lubricación y apriete. Una vez validados se establecerán en forma definitiva.
4	Inspección general.	Entrenamiento para la inspección haciendo uso de manuales, eliminación de pequeñas averías y mayor conocimiento del equipo a través de la inspección.
5	Inspección autónoma.	Fomulación e implantación de procedimientos de control autónomo.
6	Estandarización.	Estandarización de los elementos a ser controlados. Elaboración de estándares de registro de datos, controles a herramientas, moldes, medidas de producto, patrones de calidad, etc. Aplicación de estándares.
7	Control autónomo pleno.	Aplicación de políticas establecidas por la dirección de la empresa. Empleo de tableros de gestión visual, tablas MTBF y tableros Kaizen.

Fuente: Instituto Internacional TPM

4.1.2 Utilización de la herramienta para llegar a cero defectos (*hinshitsu hozen*)

Esta herramienta es el mantenimiento de calidad (MC). Este es una mejora enfocada (ME), que tiene como propósito establecer las condiciones del equipo en un punto donde el cero defectos es factible. Las acciones del MC buscan verificar y medir las condiciones cero defectos regularmente, con el objeto de facilitar la operación de los equipos en la situación donde no se generen defectos de calidad.

Mantenimiento de calidades

- a. Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad.
- b. Prevenir defectos de calidad certificando que la maquinaria cumple las condiciones para cero defectos y que estas se encuentra dentro de los estándares técnicos.
- c. Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones adelantándose a la situación de anomalía potencial.

En este caso el cero defecto es posible debido a la lista de chequeo que tiene la línea de producción, ya que este se encarga de desechar aquellas botellas que no cumplen con las especificaciones programadas.

4.1.3 Dos etapas para iniciar un mantenimiento planificado

El JIPM sugiere realizar dos etapas previas antes de iniciar un programa de mantenimiento planificado en un equipo para que este sea económico y eficaz.

Estas actividades son:

Etapa 1. Hacer predecible el MTBF (Tiempo medio entre fallas)

a. Propósitos. Reducir la variabilidad de los intervalos de fallo, eliminar deterioro acumulado, hacer más predecible los tiempos potenciales en que se pueden presentar los fallos.

b. Acciones. Desarrollar los pasos uno y dos de mantenimiento autónomo, eliminar errores de operación, negligencias y limitaciones del personal, mantener condiciones básicas de operación.

En esta etapa se pretende eliminar en forma radical el deterioro acumulado que posee el equipo y que interviene como causa en la pérdida de estabilidad del MTBF. Un plan de mantenimiento realizado sobre un equipo que no cuente con un MTBF estable, es poco económico y poco efectivo para prevenir los problemas de fallos. Con las acciones de esta etapa se busca que la fluctuación del MTBF sea en lo posible (teóricamente) debida al desgaste natural de los componentes del equipo. Al ser estable el MTBF el comportamiento de los fallos será predecible y el tiempo asumido para la intervención planificada del equipo será la más próxima al comportamiento real futuro.

Etapa 2. Incrementar el MTBF

Acciones. Eliminar los fallos debidos a debilidades de diseño del equipo, construcción y puesta en marcha del equipo, eliminar posibilidades de sobre carga de equipos mejorando los estándares en caso de no poderse mejorar el equipo para que pueda aceptar las nuevas exigencias.

En esta etapa de búsqueda de eliminación de fallos en equipos, se pretende eliminar las causas de deterioro acelerado, ya sea por causas debidas a mala operación del equipo, debilidades del diseño original de este o mala conservación. Ver pasos de mantenimiento autónomo en anexos figura 20.

Estas dos etapas están cubiertas por la evaluación que se hizo a los equipos de la línea de producción, cada operario evaluó su maquinaria para saber las condiciones en que se encuentran y así planificar el mantenimiento autónomo. Los resultados para la ordenadora de envases, llenadora de envases, taponadora de envases, etiquetadora de envases, paletizadora y empacadora, se muestran en las tablas XVIII, XIX, XX, XXI, XXII, XXIII respectivamente.

Tabla XVIII. Tabla de información de la ordenadora de envases

Descripción del Equipo: POSIMAT (Ordenador de Envases) Código del Equipo: Fecha: 23 enero 2008	Evaluado Por: Alejandra Velásquez
---	-----------------------------------

1. Confiabilidad	Calificación
Comentarios:	4
El equipo es confiable, pero al momento de hacer cambio de formato a veces hay algunos ajustes que quitan un poco de tiempo .	

2. Capacidad	Calificación
Comentarios:	4
El equipo trabaja aproximadamente a 277 botellas por minuto, mostrando un buen desempeño, cuando se trabaja a toda su capacidad a veces hay problema en la salida al transportador aéreo, las botellas se traban por la velocidad.	

3. Condición General	Calificación
Apariencia/Limpieza: 5	5
Facilidad de operación: 4	
Seguridad Ambiente: 5	
Comentarios:	

TOTAL: 4

Fuente: **Hoja de Información de equipos, ver anexos (figura 19)**

Tabla XIX. Tabla de información de etiquetadora

Descripción del Equipo: **ETIQUETADORA**
 Código del Equipo:
 Fecha: 23 enero 2008 Evaluado Por: Alejandra Velásquez

1. Confiabilidad	Calificación
Comentarios: El equipo traba mucho las etiquetas y esto hace que haya mucho desperdicio de botellas que son desechadas, en la salida de la maquina hay cuellos de botella por que las botellas quedan atascadas a veces	3

2. Capacidad	Calificación
Comentarios: El equipo está trabajando al 75% de su capacidad teórica, ésta requiere de un mejoramiento en la manipulación de entrada de botellas, así como la inspección permanente de la salida de botellas.	4

3. Condición General	Calificación
Apariencia/Limpieza: 5	5
Facilidad de operación: 4	
Seguridad Ambiente: 5	
Comentarios:	

TOTAL: 4

Fuente: Hoja de Información de equipos, ver anexos (figura 19)

Tabla XX. **Tabla de información de rinser**

Descripción del Equipo: RINSER Código del Equipo: Fecha: 23 enero 2008	Evaluado Por: Alejandra Velásquez
---	-----------------------------------

1. Confiabilidad	Calificación
Comentarios:	5
El equipo es muy confiable no da mayor problema	

2. Capacidad	Calificación
Comentarios:	4
Está trabajando a un 85% de capacidad, cuando trabaja a su capacidad teórica si da un poco de problema en la salida del producto por acumulación de botellas	

3. Condición General	Calificación
Apariencia/Limpieza: 5	5
Facilidad de operación: 5	
Seguridad Ambiente: 5	
Comentarios:	

TOTAL: 5

Fuente: **Hoja de Información de equipos, ver anexos (figura 19)**

Tabla XXI. Tabla de información de llenadora

Descripción del Equipo: LLENADORA, TAPONADORA Código del Equipo: Fecha: 23 enero 2008	Evaluado Por: Alejandra Velásquez
--	-----------------------------------

1. Confiabilidad Comentarios:	Calificación
El equipo es confiable, pero necesita mejorar la caída de tapones desde el embudo por que aveces se traban.	4

2. Capacidad Comentarios:	Calificación
Actualmente está trabajando a 36,000 botellas por hora, a veces da un poco de problema con la velocidad de llenado pero es solo de hacer ajustes	5

3. Condición General	Calificación
Apariencia/Limpieza: 5	5
Facilidad de operación: 5	
Seguridad Ambiente: 5	
Comentarios:	

TOTAL: 5

Fuente: **Hoja de Información de equipos, ver anexos (figura 19)**

Tabla XXII. Tabla de información de empaadora

Descripción del Equipo: EMPACADORA Código del Equipo: Fecha: 23 enero 2008	Evaluado Por: Alejandra Velásquez
---	-----------------------------------

1. Confiabilidad Comentarios:	Calificación
La maquina es confiable, pero da mucho problema en la entrada de producto a los separadores de filas, pero es solo de tener una inspección en el transportador de entrada, por que esto genera mucho cuello de botella.	4

2. Capacidad Comentarios:	Calificación
La maquina trabaja muy bien a su capacidad, pero es cuestión de tener un operario inspeccionando la entrada de producto.	5

3. Condición General	Calificación
Apariencia/Limpieza: 4	4
Facilidad de operación: 5	
Seguridad Ambiente: 4	
Comentarios:	

TOTAL: 4

Fuente: **Hoja de Información de equipos, ver anexos (figura 19)**

Tabla XXIII. Tabla de información de paletizadora

Descripción del Equipo: PALETIZADORA Código del Equipo: Fecha: 23 enero 2008 Evaluado Por: Alejandra Velásquez

1. Confiabilidad	Calificación
Comentarios: El equipo es confiable, solo es recomendable tener una inspección en el corte por que a veces las cuchillas no cortan bien el plástico que forra el palet	5

2. Capacidad	Calificación
Comentarios: La maquina normalmente trabaja a toda su capacidad y no da mayor problema con eso.	5

3. Condición General	Calificación
Apariencia/Limpieza: 5	5
Facilidad de operación: 4	
Seguridad Ambiente: 5	
Comentarios:	

TOTAL: 5

Fuente: **Hoja de Información de equipos, ver anexos (figura 19)**

4.1.4 Seis pasos para llegar a un mantenimiento progresivo

Visión general de los pasos. El pilar mantenimiento progresivo sugerido por el JIPM se implanta en seis pasos.

Paso 1. Identificar el punto de partida del estado de los equipos. Está relacionado con la necesidad de mejorar la información disponible sobre el equipo. Esta información permite crear la base histórica necesaria para diagnosticar los problemas del equipo. Algunas preguntas que se hicieron ver del grado de desarrollo son:

¿Tenemos la información necesaria sobre los equipos?
¿Hemos identificado los criterios para calificar los equipos?
¿Contamos con una lista priorizada de los equipos?
¿Se han definido los tipos de fallos potenciales?
¿Poseemos históricos de averías e intervenciones?
¿Contamos con registros sobre MTBF para equipos y sistemas?
¿Poseemos un sistema de costos de mantenimiento?
¿Qué problemas tiene la función de mantenimiento?
¿La calidad de servicio de mantenimiento es la adecuada?

Paso 2. Eliminar deterioro del equipamiento y mejorarlo. Busca eliminar los problemas del equipo y desarrollar acciones que eviten la presencia de fallos similares en otros equipos idénticos. En esta etapa se aplica la estrategia de mejora de equipos en forma rutinaria.

- Redujeron fallos de proceso.
- Mejoraron el manejo de la información estadística para el diagnóstico de fallos y averías.

- Implementación de acciones para evitar la recurrencia de fallos.
- Aplicación del ciclo *Deming*

Paso 3. Mejorar el sistema de información para la gestión. Busca que se mejore el sistema de información para la gestión de mantenimiento. Es frecuente entender que en este paso se debe introducir un programa informático o mejorar el actual. Sin embargo, en esta etapa es fundamental crear modelos de sistemas de información de los fallos y averías para su eliminación, antes de implantar un sistema de gestión de mantenimiento de equipos.

¿El diseño de la base de datos de mantenimiento es la adecuada?
¿Tenemos información necesaria sobre fallos, averías, causas e intervenciones?
¿Contamos con un sistema de información que apoye la gestión de mantenimiento

En la empresa se modificó el sistema de información que utilizaban para poder llevar un control de paros, fallas, averías y así facilitar la tabulación de datos para determinar la eficiencia en producción.

Paso 4. Mejorar el sistema de mantenimiento periódico. Está relacionado con el establecimiento de estándares de mantenimiento, realizar un trabajo de preparación para el mantenimiento periódico, crear flujos de trabajo, identificar equipos, piezas, elementos, definir estrategias de mantenimiento y desarrollo de un sistema de gestión para las acciones de mantenimiento contratado.

- Preparar estándares de mantenimiento: procedimientos, manuales TPM (página 73), actividades, estándares, registro de información.

Paso 5. Desarrollar un sistema de mantenimiento predictivo. Busca introducir tecnologías de mantenimiento basado en la condición y predictivo. Se diseñan los flujos de trabajo, selección de tecnología, formación y aplicación en la planta.

- Introdujo tecnología para el diagnóstico de equipos

Paso 6. Desarrollo superior del sistema de mantenimiento. Desarrolla procesos *Kaizen* para la mejora del sistema de mantenimiento periódico establecido, desde los puntos de vista técnico, humano y organizativo.

- Evaluación del progreso en el MTBF, MTTR, EGE y otros índices.

4.1.5 Estrategias para transformar el mantenimiento industrial

Las estrategias para transformar el mantenimiento industrial son las siguientes:

- Dirección de actividades de mantenimiento: estas son acciones específicas en la planta y en niveles operativos. Apoyadas por la empresa proveedora de la maquinaria.
- Dirección de la tecnología de mantenimiento: ésta se refiere a la planificación y dirección de actividades de mantenimiento. Apoyadas por la empresa proveedora de la maquinaria.

4.1.6 Cuatro fases necesarias para lograr la implementación del mantenimiento productivo total.

Las cuatro fases se mencionan a continuación:

A. Premisas de base: las premisas de base son los cimientos organizativos sobre los que se construye el sistema TPM. En este caso, la gerencia tuvo a su cargo la realización de las premisas de base.

B. Gestión del conocimiento: hace referencia al proceso necesario para crear una fábrica inteligente en donde el aprendizaje permanente y el empleo del conocimiento sea el centro de la cultura de la organización y fuente de capacidades competitivas de la empresa. En esta fase el departamento de desarrollo organizacional y el coordinador de TPM se encargaron de capacitar al personal.

C. Procesos fundamentales o pilares: los procesos fundamentales del TPM constituyen las actividades operativas que se deben realizar para lograr las mejoras esperadas. Estos procesos se deben desarrollar en forma ordenada, siguiendo una metodología que asegure el logro de beneficios. Una de las actividades principales del sistema TPM es la participación del personal de producción en las actividades de mantenimiento. Este es uno de los procesos de mayor impacto en la mejora de la productividad. Su propósito fue involucrar al operador en el cuidado del equipamiento a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden.

D. Dirección por políticas: debe ser el motivo que impulsa el desarrollo del TPM. Se trata de un sistema de mantenimiento que involucra a toda la organización a pensar y actuar en la dirección del propósito estratégico trazado por los directores de la compañía.

4.2 Preparación al cambio por la implementación del mantenimiento productivo total

La preparación hacia el cambio es muy importante, puesto que con frecuencia la gente muestra diferentes objeciones a las soluciones (TPM). La resistencia al cambio, ocurre cuando en muchas ocasiones los gerentes o empleados practican tácticas de retraso o rechazo a soluciones. Aun cuando el cambio es de beneficio mutuo o total. Algunas de las reglas más importantes para introducir el cambio y que fueron tomadas en cuenta son:

- Propiciar participación: se tomó en cuenta a las personas que serán afectadas directamente, de lo contrario ocasionara resentimiento y resistencia.
- Establecer la necesidad del cambio: se realizó en términos que sean importantes para las personas involucradas y no sobre la base de la lógica del cambio.
- Trabajar con el liderazgo reconocido de la cultura: cualquier cultura se entiende mejor a través de sus miembros; tienen sus propios líderes y con frecuencia estos son informales. Si se convence a los líderes da un paso significativo hacia la aceptación del cambio.

- Tratar a las personas con dignidad: toda persona incrementa su productividad si se les trata dignamente, sin importar que no cuenten con los recursos necesarios para desempeñar su trabajo.
- Manejar las resistencias en forma directa: existen muchas formas de manejar la resistencia al cambio en forma directa.
 - Intentar un programa de persuasión.
 - Ofrecer algo a cambio.
 - Cambiar las propuestas para cumplir con objeciones específicas.
 - Cambiar el clima social de manera que el cambio sean más aceptable.

4.2.1 Formación y entrenamiento

Existe una filosofía llamada formación y entrenamiento, la cual consiste en las siguientes actividades:

- a. Conservar el conocimiento.
- b. Adquirir nuevo conocimiento.
- c. Crear nuevo conocimiento.
- d. Transferir el conocimiento.
- e. Utilizar el conocimiento.

La primera actividad consiste en conservar el conocimiento, esta se puede realizar de la siguiente forma:

- Registro de datos e información.
- Mejora de la capacidad de percepción.
- Documentación técnica.
- Empleo de técnicas TPM.
- Sistema de información TPM.

La segunda actividad consiste en adquirir nuevo conocimiento, esta se puede realizar con las siguientes técnicas:

- Entrenamiento en puesto de trabajo
- Autoformación.
- Laboratorios de aprendizaje

La tercera actividad es crear nuevo conocimiento, esta se puede establecer con de la siguiente forma:

- Experimentación
- Auto desarrollo
- Diálogo creativo
- Reflexión metodología (juicio)
- Objetivos para la innovación
- Nuevas tecnologías
- Entrenamiento: creatividad y otras

La cuarta actividad es la de transferir el conocimiento adquirido, esta se puede llevar a cabo de la siguiente manera:

- Diálogo
- *Opl's*, porque-porque, *amfe*, informes *Kaizen*
- Medios tecnológicos nuevos
- Entrenamiento
- Despliegue de acciones a equipos similares

La quinta actividad es utilizar el nuevo conocimiento adquirido, ésta se puede llevar a cabo de la siguiente forma:

- Actuar reflexivamente
- Evaluación
- Reconocimiento

Ahora bien se deben establecer los pasos a ejecutar para establecer una buena formación y un buen conocimiento, estos son sencillos de aplicar, para el mejoramiento de las capacidades de las personas.

Paso 1. Establecer el punto de partida. Evaluar el estado actual de la educación y entrenamiento para establecer políticas

Paso 2. Establecer un sistema de entrenamiento para la mejora de habilidades de mantenimiento y operación de equipos

Paso 3. Desarrollo práctico del programa de entrenamiento para la mejora de habilidades de mantenimiento y operación de equipos

Paso 4. Planificar y desarrollar programa de desarrollo de nuevas capacidades requeridas a largo plazo. Meta: progreso técnico y adaptación a la tecnología

Paso 5. Consolidación de un ambiente de desarrollo voluntario (auto-desarrollo)

- Desarrollo de materiales, recursos de auto formación
- Formular metas individuales de auto formación
- Evaluar al personal por su acción de auto formación

PASO 6. Evaluación de actividades y gestionar el conocimiento requerido para el futuro.

4.2.2 Crear una cultura de trabajo en equipo e involucrar a todo el personal

El mantenimiento autónomo permite que el trabajo se realice en ambientes seguros, libres de ruido, contaminación y con los elementos de trabajo necesarios.

El orden en el área, la ubicación adecuada de las herramientas, medios de seguridad y materiales de trabajo, traen como consecuencia la eliminación de esfuerzos innecesarios por parte del operario, menores desplazamientos con cargas pesadas, reducir los riesgos potenciales de accidente y una mayor comprensión sobre las causas potenciales de accidentes y averías en los equipos.

El mantenimiento autónomo -MA- estimula el empleo de estándares, hojas de verificación y evaluaciones permanentes sobre el estado del sitio de trabajo.

Estas prácticas de trabajo crean en el personal operativo una actitud de respeto hacia los procedimientos, ya que ellos comprenden su utilidad y la necesidad de utilizarlos y mejorarlos. Estos beneficios son apreciados por el operario y estos deben hacer un esfuerzo para su conservación.

El contenido humano del MA lo convierte en una estrategia poderosa de transformación continua de empresa. Sirve para adaptar permanentemente a la organización hacia las nuevas exigencias del mercado y para crear capacidades competitivas centradas en el conocimiento que las personas poseen sobre sus procesos. Otro aspecto a destacar es la creación de un trabajo disciplinado y respetuoso de las normas y procedimientos. El TPM desarrollado por el JIPM estimula la creación de metodologías que sin ser inflexible o limiten la creatividad del individuo, hacen del trabajo diario en algo técnicamente bien elaborado y que se puede mejorar con la experiencia diaria.

4.2.3 Diseño de hojas de control para reuniones, difusiones y cursos

Las capacitaciones las reciben un grupo de directivos y empleados que a su vez divulgaran la información adquirida al resto de empleados ayudados por la empresa contratante para que al final todos los empleados tengan un conocimiento básico, sólido y comprendan sus fundamentos y técnica, esta hoja de control ver tabla XXIV (pág. 117) se lleva para saber que personas asisten a las reuniones y posteriormente evaluarlos para reforzar algunos puntos débiles

Tabla XXIV. Hoja de registro de programa de capacitación

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN	Código:
Registro de Programas de Capacitación	Versión: 01
	Fecha:
	Página - 121 - de 164

Instructor (es):	Coordinador de actividad:
Nombre y objetivo de la capacitación:	
Evaluación:	Fecha:

No.	Nombre del Colaborador	Departamento	Firma
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

Fuente: Investigación de campo.

4.3 Beneficios de la implementación del TPM en la línea de producción.

La línea de producción no sólo se beneficia al aumentar la eficiencia de los equipos, sino también obliga a los operarios a mantener limpia su área de trabajo y a responsabilizarse con el uso de los equipos. A continuación se mencionan algunas mejoras que se notaron con la implementación.

4.3.1 Seguridad e higiene

Se puede observar resultados favorables al evaluarse las condiciones del área de trabajo, llegando a obtener una ponderación de 90 sobre 100, la hoja de inspección utilizada se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla XXV. Hoja de calificación del área de trabajo

Departamento: Producción de Refrescos		Mes de Evaluación: Enero				
		Fecha: 22 de enero 2009				
		Rango de Evaluación				
		10	8	6	4	N/A
		PRO				
Puntos a Evaluar						
Organización	1	¿Existe cartelera de información?				X
	2	¿Están los pasillos y áreas de trabajo bien definidas?				X
	3	¿Están las mangueras y cables debidamente enrollados?				X
	4	¿Están los insumos debidamente ordenados?				X
Orden	5	¿El personal está debidamente vestido, acorde a su trabajo?				X
	6	¿Están las áreas de trabajo libres de enseres personales?				X
	7	¿El personal evita comer en las áreas de trabajo, se encontraron evidencias de comida?				X
	8	¿El personal evita conversaciones privadas durante las horas de trabajo?				X
	9	¿Se han asignado las responsabilidades de limpieza?				X
	10	¿Se encuentra el área de trabajo libre de objetos innecesarios?				X
	11	¿Están las áreas de trabajo ordenadas?				X
	12	¿Está todo sujeto y asegurado en su lugar?				X
	13	¿Están ordenados los objetos de limpieza?				X
	14	¿Se encuentra el personal con la ropa limpia?				X
limpieza	15	¿Está el área libre de desperdicios y polvo?				X
	16	¿Las paredes están limpias, sin grúas y bien pintadas?				X
	17	¿Los lavamanos y sanitarios funcionan, están limpios y cuentan con jabón para aseo?				X
	18	¿Está limpia toda la maquinaria y equipo?				X
	19	¿Está limpio el piso?				X
	20	¿Están los basureros limpios?				X
Seguridad	21	¿El personal evita poner joyas, pintura facial, pintura de uñas, curitas, vendas en mal estado, etc?				X
	22	¿Están limpios los desagües?				X
	23	¿Porta todo el personal del área su uniforme y equipo de protección personal?				X
	24	¿Hay un botiquín debidamente identificado, fácilmente accesible y completo?				X
	25	¿Está el equipo contra incendios accesible y visible?				X
	26	¿Hay equipo de protección personal disponible para visitantes?				X
	27	¿Están todos los paneles eléctricos cerrados y bloqueados?				X
	28	¿Si hay un equipo en reparación ¿Está este bloqueado e identificado?				X
	29	¿Es correcta la iluminación de las áreas de trabajo?				X
	30	¿Es correcta la temperatura y ventilación de las áreas de trabajo?				X
EVALUACION	31	¿Existen fugas de vapor, agua o aire comprimido?				X
	32	¿Están las instalaciones eléctricas en buen estado?				X
Todo bien		10				
1 o 2 Problemas		8				
3 o 4 Problemas		6				
5 o 6 Problemas		4				
Calificación		93				
Promedio de los promedios de cada categoría (x10)		93				
Gran Total		93				

Fuente: Investigación de campo

4.3.2 Compromiso y responsabilidad de los operarios

- Mejora de calidad del ambiente de trabajo
- Mejor control de las operaciones
- Incremento de la moral del empleado
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas
- Aprendizaje permanente
- Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad

4.3.3 Mejora en la calidad del producto

- Calibración de los equipos.
- Realizar un análisis físico para identificar los factores del equipo que generan los defectos de calidad.
- Establecer valores estándar para las características de los factores del equipo y valorar los resultados a través de un proceso de medición.
- Está establecido un sistema de inspección periódico de las características críticas.

4.4 Beneficios de la implementación del TPM en el departamento de producción.

Se hizo observaciones de la efectividad global del equipo en la línea de producción de refrescos, tomando en cuenta los datos recopilados por el

sistema de EGE del primer trimestre de producción del 2009, estos datos fueron tomados al mismo tiempo que se preparaban a la implementación del TPM en la línea de producción, se observa que en la tabla XXV de tiempos perdidos que se presenta a continuación se redujo las fallas en la maquinaria de la línea de producción, este es el principal objetivo del TPM.

Tabla XXVI. Tabla de tiempos perdidos (implementando TPM)

TIEMPOS PERDIDOS LINEA 3 AGUA PURIFICADA			
MES DE ENERO 2009		TIEMPO PROGRAMADO 2201.4 min.	
20 ONZAS			
MINUTOS TOTALES	%TIEMPO PERDIDO	EGE PERDIDO EQUIVALENTE	EGE A GANAR
204	9.27	9.27	9.27

TIEMPOS PERDIDOS LINEA 3 AGUA PURIFICADA			
MES DE ENERO 2009		TIEMPO PROGRAMADO 937.2 min.	
2 LITROS			
MINUTOS TOTALES	%TIEMPO PERDIDO	EGE PERDIDO EQUIVALENTE	EGE A GANAR
168	17.93	17.93	17.93

TIEMPOS PERDIDOS LINEA 3 AGUA PURIFICADA			
MES DE FEBRERO 2009		TIEMPO PROGRAMADO 2962.6 min.	
20 ONZAS			
MINUTOS TOTALES	%TIEMPO PERDIDO	EGE PERDIDO EQUIVALENTE	EGE A GANAR
162	7.85	7.85	7.85

TIEMPOS PERDIDOS LINEA 3 AGUA PURIFICADA			
MES DE FEBRERO 2009		TIEMPO PROGRAMADO 732.6 min.	
2 LITROS			
MINUTOS TOTALES	%TIEMPO PERDIDO	EGE PERDIDO EQUIVALENTE	EGE A GANAR
93	12.69	12.69	12.69

TIEMPOS PERDIDOS LINEA 3 AGUA PURIFICADA			
MES DE MARZO 2009		TIEMPO PROGRAMADO 3428.4 min.	
20 ONZAS			
MINUTOS TOTALES	%TIEMPO PERDIDO	EGE PERDIDO EQUIVALENTE	EGE A GANAR
151	4.4	4.4	4.4

TIEMPOS PERDIDOS LINEA 3 AGUA PURIFICADA			
MES DE MARZO 2009		TIEMPO PROGRAMADO 1046.4 min.	
2 LITROS			
MINUTOS TOTALES	%TIEMPO PERDIDO	EGE PERDIDO EQUIVALENTE	EGE A GANAR
84	8.03	8.03	8.03

Fuente: Investigación de campo

Como se puede observar el tiempo se redujo hasta en un 50%, esto quiere decir que si el operario le da la operación y el mantenimiento correcto a la maquinaria, ésta le responde óptimamente, reduciendo las fallas operativas, mecánicas y eléctricas.

A continuación, se presentan los índices y eficiencia global del equipo con el TPM funcionando durante el primer trimestre del 2009.

Tabla XXVII. Tabla de disponibilidad del equipo (implementando TPM)

FABRICA DE BEBIDAS GASEOSAS SALVAVIDAS, S.A.				
AREA DE REFRESCOS LINEA 3				
Disponibilidad del Equipo (E.G.E) 2,009.				
Datos tomados del Sistema				
Linea	Refrescos	Enero	Febrero	Marzo
3	20 onz. Refr.	(2201.4-204)/2201.4 = 91%	(2062.8-162)/2062.8 = 92%	(3428.4-151)/3428.4= 95%
3	2.00Lts. Refr.	(937.2-168)/937.2 = 82%	(732.6-93)/732.6 = 87%	(1046.4-84)/1046.4 = 92%

Fuente: Investigación de campo

Tabla XXVIII. Tabla de desempeño del equipo (implementando TPM)

FABRICA DE BEBIDAS GASEOSAS SALVAVIDAS, S.A.				
AREA DE REFRESCOS LINEA 3				
Desempeño o Rebtabilidad del Equipo (E.G.E) 2,009.				
Datos tomados del Sistema				
Línea	Refrescos	Enero	Febrero	Marzo
3	20 onz. Refr.	$(85000 \cdot 12) / (88000 \cdot 12) = 96\%$	$(83000 \cdot 12) / (85000 \cdot 12) = 97\%$	$(130000 \cdot 12) / (135000 \cdot 12) = 96\%$
3	2.00Lts. Refr.	$(11000 \cdot 12) / (11500 \cdot 12) = 95\%$	$(10000 \cdot 12) / (10350 \cdot 12) = 97\%$	$(30000 \cdot 12) / (31200 \cdot 12) = 96\%$

Fuente: Investigación de campo

Tabla XXIX. Tabla de calidad (implementando TPM)

FABRICA DE BEBIDAS GASEOSAS SALVAVIDAS, S.A.				
AREA DE REFRESCOS LINEA 3				
Calidad (E.G.E) 2,008.				
Datos tomados del Sistema				
Línea	Refrescos	Octubre	Noviembre	Diciembre
3	20 onz. Refr.	$(23000-4) / (23000) = 99.9\%$	$(73000-4) / (73000) = 99.9\%$	$(92500-4) / (92500) = 99.9\%$
3	2.00Lts. Refr.	$(25000-4) / (25000) = 99.9\%$	$(23500-4) / (23500) = 99.9\%$	$(33000-4) / (33000) = 99.9\%$

Fuente: Investigación de campo

Tabla XXX. Tabla de EGE (implementando TPM)

FABRICA DE BEBIDAS GASEOSAS SALVAVIDAS, S.A.						
AREA DE REFRESCOS LINEA 3						
Eficiencia Global del Equipo (E.G.E) 2,009.						
Datos tomados del Sistema						
Línea	Refrescos	Enero	Febrero	Marzo	1. Trimestre	Meta 1. Trimestre
3	20 onz. Refr.	86	88	90	88	85
3	2.00Lts. Refr.	77	83	87	82	80

Fuente: Investigación de campo

En promedio se puede observar que la EGE ahora es un 24% mayor a la anterior cuando no se estaba aplicando el TPM, con esto se mejoró la disponibilidad y el desempeño del equipo porque los tiempos perdidos no son tan grandes ni tan frecuentes ya que los operarios se encargan de darle el mantenimiento debido y tienen mucha más responsabilidad con la máquina a operar.

A. Aprovechamiento del equipo y productividad total efectiva de los equipos

Donde el AE y PTEE para el primer trimestre del 2009 es:

Tabla XXXI. Tabla de AE y PTEE (implementando TPM)

Aprovechamiento del equipo	$((129,600\text{min}-862\text{min})/129600)*100 = 99\%$
Productividad total efectiva del equipo	$AE * EGE, (0.99*0.85) = 84\%$

Fuente: Investigación de campo

El tiempo calendario está calculado en minutos (enero, febrero, marzo) y la EGE es el promedio de 20 onzas y 2 litros. Se puede observar que en el AE se superó una cifra más del AE anterior cuando el TPM no se estaba implementando, en la PTEE se mejoró por un 25% la productividad de la línea de producción y es debido a que la EGE también mejoró su porcentaje superando las metas establecidas por el departamento de producción.

A. Beneficio en volumen

Aumento de volumen de producción al 85% de EGE

Tabla XXXII. Tabla de aumento de volumen de producción para 20 onzas

DE	A	DIFERENCIA	UTILIDAD/CAJA	TOTAL UTILIDAD
7,000 cajas/día	10,000 cajas/día	3,000 cajas/días	Q9.00	Q27,000

Fuente: Investigación de campo

Tabla XXXIII. **Tabla de aumento de volumen de producción para 2 litros**

DE	A	DIFERENCIA	UTILIDAD/CAJA	TOTAL UTILIDAD
5,000 cajas/día	7,500 cajas/día	2,500 cajas/días	Q4.50	Q11,250

Fuente: Investigación de campo

4.4.1 Mejora de la tecnología de la empresa

- Se creó un sistema de información y el *software* necesario para su análisis y aprovechamiento.
- Obtención de un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida del equipo.

4.4.2 Crear capacidades competitivas desde la empresa

Esto implica el desarrollo de las siguientes capacidades en los operarios:

- Capacidades para descubrir anomalías: se creó una visión exacta para descubrir las anomalías. No se pretende que el operario solamente detecte paradas del equipo o problemas con la calidad del producto. Es necesario desarrollar verdaderas competencias para descubrir tempranamente las posibles causas de un problema en el proceso. Se trata de crear una capacidad para prevenir anomalías futuras.
- Capacidades para la corrección inmediata en relación con las causas identificadas: con estas correcciones el equipo puede

llevarse a las condiciones de funcionamiento original o normal. Por lo tanto, el operario ya conoce y cuenta con las habilidades para

- tomar decisiones adecuadas, informando a los niveles superiores o a otros departamentos involucrados en la prevención del problema.

4.4.3 Menor costo financiero por recambios (implementación)

Al hacer una relación beneficio costo, se ve un beneficio muy alto ya que se manejan dos tipos de presentaciones en la línea de producción y los costos de mantenimiento se distribuyen para estos dos, es un aproximado para el primer año de implementación. Las utilidades al incrementar la producción para el primer año son:

Utilidades en volumen de producción/año

20 onzas: Q9, 855, 000.00

2 litros: Q4, 106, 250.00

Total: Q 13, 961,250.00 **R B/C = Q 13, 961,250.00 = 6.68**

Q 2, 089,822.02

Se puede ver que el resultado es mayor a 1, esto da una idea de cuán rentable es la implementación del TPM en la línea de producción.

4.4.4 Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas

Éstas son algunas de las pérdidas que se daban anteriormente y que con la implementación se lograron reducir y en algunos casos eliminar.

- Pérdida por fallo en equipos.
- Pérdidas por operación.
- Pequeñas paradas o marcha en vacío.
- Pérdida de velocidad.
- Pérdidas por defectos.
- Pérdidas por programación.
- Pérdidas por mediciones y ajustes.

5. SEGUIMIENTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

5.1 Apoyo en el mantenimiento preventivo

Consiste en dos actividades básicas: inspección periódica y restauración planeada del deterioro basadas en los resultados de inspecciones. También la rutina de mantenimiento diario se considera como mantenimiento preventivo.

Para tener un mejor control se establecieron listas de verificaciones de arranque para los equipos críticos (ver anexos figuras 24 Y 25).

5.2 Capacitación constante de personal

La especificación del contenido de la capacitación requiere un análisis de las operaciones necesarias para alcanzar los objetivos de la empresa. Puede conocerse los objetivos en los operadores al entrevistarlos y por observación directa del flujo de trabajo y la sucesión de operaciones. El centro del estudio entero es poder expresar las conductas de trabajo deseadas en términos operacionales; la especificación de las conductas debe incluir las acciones y deberes concretos que han de realizarse, estas especificaciones conductuales constituyen las conductas terminales que serán desarrolladas por medio de la capacitación.

La importancia de este paso es vital en la mantención del TPM, porque depende del análisis total de los objetivos que este busca y las actividades de la empresa producirán instrumentos que se usarán para determinar las necesidades de capacitación específicas. El solo hecho de que un trabajador no esté satisfaciendo todos los requisitos en la ejecución de su puesto no asegura que la capacitación es la única respuesta.

En este caso, el esquema de capacitación es por medio de cursos, proyectos, capacitaciones en el desempeño del trabajo, seminarios con planes de aplicación inmediata e investigaciones. A medida que se vayan preparando sesión a sesión, se irán presentando elementos audiovisuales; al final de la implementación del programa de capacitación, se creará un manual el cual debe tener por lo menos los siguientes puntos:

- Antecedentes e introducción
- Objetivos y metodología
- Programa
- Evaluación inicial
- Sesiones, materiales, seminarios, proyectos, ayudas didácticas
- Formas de citación e inscripción
- Nombre de instructores y recomendaciones
- Evaluación final
- Seguimiento
- Presupuesto

Además, si se desea tener una buena efectividad de los equipos, será conveniente disponer de algún exceso en la dotación y capacitar operarios polivalentes, de modo de que los mismos puedan ser empleados tanto en producción como en mantenimiento. Asimismo, es bastante común que se

estructure una división de la dotación según especialidades, por ejemplo, mecánica, electricidad, electrónica, instalaciones y civil. Por otra parte, dependiendo de la configuración que se maneje o que se quiera manejar, puede existir un único taller de mantenimiento, o bien un taller central, en el cual reside la parte más importante del servicio y talleres zonales que se encargan de tareas más sencillas o rutinarias.

En todos los casos, el apoyo administrativo es un requisito valioso de modo que la gran cantidad de datos del sistema permita la búsqueda de información eficiente. La documentación técnica correspondiente a los distintos bienes debe facilitar las tareas de mantenimiento y encontrarse perfectamente archivada y actualizada con las eventuales reformas o modificaciones que se le pudieran haber introducido. También se debe contar con archivos de las actividades de capacitación tanto en mantenimiento, como en producción, así como la frecuencia, tiempo estándar o predeterminado para su ejecución, método de la actividad, normas, criterios y materiales a emplear, herramientas e instrumentos, especialidades (dotación necesarias).

El control de avances de estas tareas, previamente planificadas se pueden llevar con base a la figura 27 (ver anexos).

5.3 Método de diagnóstico de averías

Estos métodos de diagnósticos de averías se pueden observar en los anexos (figura 28), además en la figura 29 (anexos) se muestran algunos ejemplos de técnicas de calidad empleadas para el diagnóstico de averías, estos métodos se definirán a continuación:

5.3.1 Nuevas ideas

a. **Brainstorming:** es una herramienta de trabajo grupal que facilita el surgimiento de nuevas ideas sobre un tema o problema determinado, permite:

- Plantear los problemas existentes.
- Plantear posibles causas
- Plantear soluciones alternativas
- ¿Cómo se aplica?
- Se define el tema o problema
- Se emiten ideas libremente (sin extraer conclusiones en esta etapa).
- Se listan las ideas
- Se analizan, evalúan y organizan las mismas

5.3.2 Análisis de procesos

a. **Análisis de costos de no calidad:** es una herramienta que sirve como medio para estudiar el proceso e identificar problemas. Este análisis ayuda a inspeccionar con espíritu crítico los pasos de un proceso a fin de encontrar puntos de mejora. El costo de calidad es aquel ocasionado por un proceso realizado con baja calidad. Surge de no haber realizado todo en forma correcta desde el primer momento. Por ejemplo: re trabajos, repetición de análisis y desechos.

- b. Análisis crítico de la calidad:** es una herramienta que sirve como medio para evaluar las diferentes etapas del proceso. Estudia los ingresos y egresos y determina las etapas de mayor influencia.
- c. Diagrama de flujo:** es una descripción de las distintas etapas del proceso ordenadas secuencialmente. Puede mostrar el flujo de materiales, acciones o servicios entrando y saliendo del proceso, las decisiones a tomar y el recurso humano necesario. Permite tener una visión y comprensión global del proceso, ver como se vinculan las distintas etapas, descubrir fallas presentes o evitar fallas futuras.

5.3.3 Análisis de causas

- a. Diagrama de pareto:** el diagrama de pareto es un gráfico de barras. La longitud de cada barra representa la frecuencia de ocurrencia o el costo. Este gráfico permite visualizar rápidamente las causas de mayor influencia. Se llama así porque responde a una regla enunciada por Wilfredo Pareto, que dice: “El 80% de los problemas que se presentan provienen de sólo un 20% de las causas”. Se utiliza para seleccionar el problema a tratar, decidir cuál es la mejor solución ante un problema e identificar las oportunidades de mejora.

¿Cómo se usa?

- Se definen cuáles son las categorías a utilizar
- Se define el período de tiempo a evaluar
- Se define cuál va a ser la unidad de medida (frecuencia, porcentaje, costo, tiempo y cantidad)
- Recolecto los datos
- Se construye el gráfico
- Se puede graficar también el porcentaje acumulado (opcional)

b. Diagrama de árbol: el diagrama de árbol ayuda a identificar causas primarias y secundarias de un problema, identificar soluciones y asignar prioridades. Se utiliza generalmente cuando el objetivo es muy amplio y vago. Va de lo general a lo específico.

¿Cómo se usa?

- Se define el problema (tronco del árbol).
- Se identifican las causas del problema mediante la pregunta ¿Por qué sucede?
- Se continúan identificando causas secundarias.
- Se pondera la importancia de cada rama (porcentaje) y asignarles prioridad.
- Se identifica soluciones mediante la pregunta ¿Cómo se debe hacer?
- Implementar soluciones de acuerdo con las prioridades que surgen de la ponderación.

5.3.4 Recolección de Datos

a. Gráficos de control: son gráficos utilizados para analizar las variaciones existentes en un proceso comparando los datos actuales con los históricos. Se utiliza cuando:

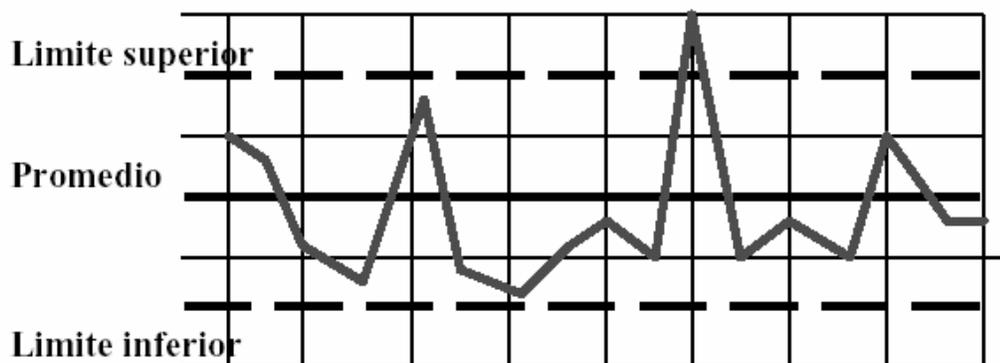
- Se desea predecir tendencias en un proceso.
- Para determinar si un proceso es estable o no.
- Para analizar variables y su influencia sobre el proceso.
- Para prevenir problemas específicos, implementar cambios y proyectos nuevos.

- Cuando el proceso requiera ir tomando decisiones para mantenerlo dentro de los límites (ya que esta herramienta permite detectar tendencias), este se puede ver en la figura 16.

¿Cómo se usa?

- Se determina el momento correcto para la toma de datos, la frecuencia, cantidad y unidades de medición.
- Se debe seguir el procedimiento especificado para la toma de datos y analizar los mismos.
- Cuando se detecte un punto fuera de control, se debe investigar la causa.
- Se debe incluir en el gráfico cual fue la causa y la acción tomada.
- Se debe definir el valor promedio y los límites superior e inferior.

Figura 16. **Diseño del gráfico de control**



Fuente: Instituto Internacional TPM

- b. Histogramas:** es un gráfico de barras que muestra la distribución de una serie de datos. Se utiliza para:

- Analizar rápidamente si un proceso puede cumplir con los requerimientos de un cliente.
- Para analizar cambios en el proceso de un período a otro.
- Para detectar si las variables del proceso se comportaron uniformemente.

5.4 Evaluación del desempeño

Constituye el proceso por el cual se estima el rendimiento global del empleado. La mayor parte de los empleados procura obtener retroalimentación sobre la manera en que cumple sus actividades y las personas que tienen a su cargo la dirección de otros empleados deben evaluar el desempeño individual para decidir las acciones que deben tomar. Las evaluaciones informales, basadas en el trabajo diario, son necesarias pero insuficientes. Contando con un sistema formal y sistemático de retroalimentación, el departamento de personal puede identificar a los empleados que cumplen o exceden lo esperado y a los que no lo hacen. Asimismo, ayuda a evaluar los procedimientos de reclutamiento, selección y orientación. Incluso las decisiones sobre promociones internas, compensaciones y otras más del área del departamento de personal dependen de la información sistemática y bien documentada disponible sobre el empleado. Además de mejorar el desempeño, muchas compañías utilizan esta información para determinar las compensaciones que otorgan. Un buen sistema de evaluación puede también identificar problemas en el sistema de información sobre recursos humanos.

Las personas que se desempeñan de manera insuficiente pueden poner en evidencia procesos equivocados de selección, orientación y capacitación, o puede indicar que el diseño del puesto o los desafíos externos no han sido

considerados en todas sus facetas. Una organización no puede adoptar cualquier sistema de evaluación del desempeño.

El sistema debe ser válido y confiable, efectivo y aceptado. El enfoque debe identificar los elementos relacionados con el desempeño, medirlos y proporcionar retroalimentación a los empleados y al departamento de personal. Por norma general, el departamento de recursos humanos desarrolla evaluaciones del desempeño para los empleados de todos los departamentos. Esta centralización obedece a la necesidad de dar uniformidad al procedimiento. Aunque el departamento de personal puede desarrollar enfoques diferentes para ejecutivos de alto nivel, profesionales, gerentes, supervisores, empleados y obreros, necesitan uniformidad dentro de cada categoría para obtener resultados utilizables. Aunque es el departamento de personal el que diseña el sistema de evaluación, en pocas ocasiones lleva a cabo la evaluación misma, que en la mayoría de los casos es tarea del supervisor del empleado.

Ventajas de la evaluación del desempeño

- Mejora el desempeño, mediante la retroalimentación.
- Políticas de compensación: puede ayudar a determinar quiénes merecen recibir aumentos.
- Decisiones de ubicación: las promociones, transferencias y separaciones se basan en el desempeño anterior o en el previsto.
- Necesidades de capacitación y desarrollo: el desempeño insuficiente puede indicar la necesidad de volver a capacitar, o un potencial no aprovechado.
- Planeación y desarrollo de la carrera profesional: guía las decisiones sobre posibilidades profesionales específicas.

A. Método a utilizar

Los métodos de evaluación basados en el desempeño pasado tienen la ventaja de versar sobre algo que ya ocurrió y que puede, hasta cierto punto, ser medido. Su desventaja radica en la imposibilidad de cambiar lo que ocurrió. La técnica de evaluación a utilizar en esta ocasión será:

Escalas de puntuación: el evaluador debe conceder una evaluación subjetiva del desenvolvimiento del empleado en una escala que vaya de bajo a alto. La evaluación se basa únicamente en las opiniones de la persona que confiere la calificación. Se acostumbra conceder valores numéricos a cada punto, a fin de permitir la obtención de varios cómputos. Este método es el más utilizado y divulgado, aparentemente es simple, pero su aplicación exige múltiples cuidados con el fin de evitar la subjetividad y el prejuizgamiento de evaluador, que podrían causar interferencias considerables.

Características: se trata de un método que evalúa el desempeño del trabajador mediante factores de evaluación previamente definidos y graduados. Los factores se seleccionan previamente para definir en cada trabajador las cualidades que se intenta evaluar.

Ventajas

- Brinda a los evaluadores un instrumento de evaluación de fácil comprensión y de aplicación simple.
- Posibilita una visión integrada y resumida de los factores de evaluación, es decir, de las características de desempeño más destacadas por la empresa y la situación de cada trabajador ante ellas.

- Exige poco trabajo al evaluador en el registro de la evaluación ya que lo simplifica enormemente.

Desventajas

- No permite al evaluador tener mucha flexibilidad y por ello debe ajustarse al instrumento y no éste a las características del evaluado.
- Está sujeto a distorsiones e interferencias personales de los evaluadores, es decir, el evaluador califica al trabajador con su juicio personal y no con su criterio netamente profesional.
- Tiende a rutinizar y generalizar los resultados de las evaluaciones.
- Requiere procedimientos matemáticos y estadísticos para corregir distorsiones e influencia personal de los evaluadores, tiende a presentar resultados tolerantes o exigentes para todos los subordinados.

B. Entrevista de retroalimentación

La comunicación del resultado de la calificación al subordinado es un punto fundamental en todos los sistemas de evaluación. Nada gana la calificación si el mayor interesado no llega a conocerla. Es necesario darle a conocer las informaciones importantes y significativas acerca de su desempeño, para los objetivos puedan alcanzarse a plenitud. Esa comunicación se hace mediante la entrevista de evaluación del desempeño. La entrevista debe ser:

- **Preparada:** el evaluador de definir los objetivos que pretende alcanzar a lo largo de la entrevista, que es, transmitirle al evaluado a través del resultado de su calificación lo bueno y lo malo, es decir, obtener un cambio de actitud del evaluado en el sentido, que lo bueno que hizo lo

debe seguir realizando de igual y mejor forma y lo malo superarlo para una futura calificación.

- **Clima:** la entrevista debe ser tal que el evaluado tenga plena confianza y no se sienta ni examinado, ni juzgado.
- **Explicativa:** el evaluador debe exponer al evaluado el proceso de análisis realizado para su evaluación cuyo procedimiento se aplica por igual a todos los evaluados, se tratará de que todas las personas conozcan el proceder de las calificaciones previa difusión del proceso.
- **Estructurada:** el evaluador hace su exposición yendo progresivamente de lo general a lo particular.
- **Motivadora:** el evaluador debe resaltar en la medida de lo posible, todos los aspectos positivos del desempeño del evaluado, así como su potencial para el desempeño futuro.
- **Comunicativa:** el evaluador debe aconsejar y sugerir al evaluado cómo mejorar su rendimiento en periodos futuros.

Posteriormente el evaluador debe procurar que se cumplan los objetivos de la entrevista y mantener una buena comunicación con el evaluado, lo que sin duda redundará en una optimización de las relaciones entre ambos y del rendimiento del evaluado. Ver hoja de evaluación tabla XXXIII

Tabla XXXIV. Evaluación de desempeño

EVALUACIÓN ÁREA OPERATIVA						
Área: producción de refrescos	Fecha: Nombre del operario:					
Identificación de la calificación	S	MB	B	NM	NS	Comentarios
Asignación de puntos	100	90-80-70	60-50-40	30-20-10	0	
Esfuerzo físico y mental: grado de concentración para desarrollar el trabajo considerando gasto físico y mental.						
Complejidad del trabajo: grado que se presentará en dificultades para realizar el trabajo y la forma en que se resuelven.						
Capacidad del mejoramiento: grado de superación que presenta el trabajador en las funciones que desarrolla.						
Calidad del trabajo: grado de dominio, exactitud e interés en el cumplimiento de las tareas y obligaciones.						
Disposición para el trabajo: Disposición física y mental para realizar en forma eficiente el trabajo.						
Evaluado por:					Firma:	

Fuente: Investigación de campo

C. Difusión interna del proceso

Una vez que el proyecto es aprobado por la dirección de la empresa, se debe difundir para el conocimiento y la culturización de todos los que integran la empresa, es decir, que la calificación del desempeño se tenga siempre presente en forma positiva y que no se vea como algo sin resultados que se hace por cumplir. Entonces se cultivará en los trabajadores que este método de calificación, se utilizará para el desarrollo personal, laboral y social de cada uno de los integrantes de la empresa, a través de saber como trabajador, que es lo que la empresa espera de ellos y ese resultado de lo que se espera tenga el siguiente beneficio :

- Una adecuación del trabajador al cargo.

- Entrenamiento.
- Promoción.
- Incentivo salarial por un buen desempeño.
- Mejoramiento de las relaciones entre jefe y subordinado.
- Motivar el auto perfeccionamiento del trabajador.

Lo anterior se difundirá a través de cada jefe de área que estará previamente capacitado para realizar la difusión con la colaboración del especialista y se realizará un mes antes de que se inicien las calificaciones de la siguiente modalidad:

- Serán charlas de cinco minutos programadas por áreas todos los días, en la cual se hablará del por qué deben ser calificados, con sus ventajas y desventajas.

D. Evaluadores idóneos

Para tener evaluadores idóneos se contratará los servicios a una empresa asesora especialista en capacitar a los evaluadores, con el objetivo de que realicen una correcta calificación y así cumplir con las expectativas esperadas por la empresa.

E. Comité de apelaciones

El objetivo de la creación del comité de apelaciones es que el trabajador que cree que su calificación no fue la adecuada tenga la oportunidad de apelar por la calificación, para que sea revisada y a su vez demuestre con fundamentos concretos su apelación.

Existirá un plazo para la presentación de la misma que será de cinco días hábiles después de haber realizado la entrevista con el evaluador, solo elevando una carta con atención al comité de apelación refiriéndose a su desacuerdo puntual y a su vez presentado argumentos y la respuesta será emitida 10 días hábiles de su presentación, para analizar los antecedentes y dar un veredicto final. El comité estará compuesto por un asesor del tema, el evaluador, quienes analizarán los antecedentes.

5.5 Monitorear procesos

El monitoreo es el proceso continuo y sistemático mediante el cual se verifica la eficiencia y la eficacia de un proyecto mediante la identificación de sus logros y debilidades. Y en consecuencia, se recomienda medidas correctivas para optimizar los resultados esperados del proyecto. Asimismo, es el responsable de preparar y aportar la información que hace posible sistematizar resultados y procesos y, por tanto, es un insumo básico para la evaluación. Para que el monitoreo sea exitoso requiere del establecimiento de un sistema de información gerencial, que identifique a los usuarios de la información, los tipos de información prioritaria, vinculando las necesidades y las fuentes de información, estableciendo métodos apropiados para efectuar la recopilación de datos e identificando los recursos necesarios.

Los pasos a seguir para un monitoreo serian los siguientes:

- a. Agenda operativa.
- b. Selección del *check list*.
- c. Realización del monitoreo (evaluación).
- d. Registro de resultados.
- e. Retroalimentación al supervisor

f. Concentración de información.

5.6 Formatos de sugerencia

Al finalizar durante las capacitaciones que se le den al personal operativo deberán llenar en su hoja de asistencia sugerencias sobre cómo mejorar éstas, si el material de apoyo que se les da es suficiente y entendible para ellos; también podrán sugerir sobre el mantenimiento de la maquinaria que ellos operan. El formato de la hoja de asistencia y sugerencias se encuentra en los anexos figura 17.

CONCLUSIONES

1. En la línea de producción se hizo un diagnóstico mostrando las condiciones actuales de los equipos, las efectividades de los mismos, así como la eficiencia de toda la línea, todo esto permitió establecer que existe gran necesidad de mejorar el mantenimiento actual ya que los resultados están muy por debajo de lo propuesto.
2. El mantenimiento de maquinaria y equipo es trascendental para la producción y los costos, es por esto que se realizó el análisis sobre el mantenimiento en la línea de producción y los resultados de éste no son lo suficientemente eficientes para las metas que el departamento de producción establece cada mes.
3. Se da un mantenimiento preventivo y correctivo sin darle mucha importancia al predictivo. Las fallas en la maquinaria son muy frecuentes y ocasionan pérdida de tiempo, lo cual lleva a una baja eficiencia en la línea.
4. Se encontraron oportunidades de mejora en el sistema actual de mantenimiento, pero las más relevantes fueron que el mantenimiento debe pasar de ser una función de apoyo a una función estratégica y sus metas deben figurar en el cuadro de los propósitos de la empresa. El cumplimiento de esas metas de mantenimiento requiere de la implementación de una efectiva administración del programa.

5. El esquema de capacitación para dar a conocer el nuevo sistema se hará por medio de cursos, proyectos, capacitaciones en el desempeño del trabajo, seminarios con planes de aplicación inmediata e investigaciones.
6. El mantenimiento autónomo hará que los operarios le den un seguimiento continuo al mantenimiento productivo total; las inspecciones periódicas y restauraciones planeadas del deterioro harán que el operario haga del TPM una rutina en su trabajo.
7. Se diseñaron manuales TPM para que el operario pueda tenerlos al alcance y sean parte de su capacitación. Si el operario tiene alguna duda sobre el mantenimiento, limpieza, posibles fallas, posibles arreglos o hasta del funcionamiento, lo podrá consultar con el manual de la máquina correspondiente.

RECOMENDACIONES

1. Para que el mejoramiento de la línea de producción sea eficaz se deberá contar con el compromiso total por parte de los altos mandos de la empresa, es indispensable el apoyo en la inversión, pero también los encargados de la implementación deberán presentar argumentos razonables.
2. Las jefaturas del departamento deberán tener la suficiente delegación de autoridad para implementar los cambios que se requieran.
3. Los encargados de la implementación del nuevo sistema deben apoyarse en el fabricante de las máquinas para mejorar el mantenimiento predictivo y así evitar grandes fallas en el equipo que generan pérdidas de tiempo que posteriormente se convierten en ineficiencias en la línea de producción.
4. La capacitación para el personal operativo y técnico debe ser constante y de buena calidad; la creación de una oficina técnica es vital para el soporte y capacitación, ésta tiene la responsabilidad de la creación de procedimientos, cartas de control y proceso, métodos y auditorias.
5. Se debe enseñar a los operarios a leer y conocer sus manuales, ya que estos serán de gran ayuda en cualquier momento y serán una herramienta vital para el buen mantenimiento autónomo que brinden a su maquinaria.

6. Se debe mantener un ambiente de liderazgo, respeto total a todas las contribuciones de la gente, reconocer la importancia de todos los participantes, un liderazgo que venga a sustituir el viejo concepto de autoridad, por lo que los jefes del área deberán dar el ejemplo a las demás personas involucradas.

7. Al finalizar la implementación del TPM en la línea de producción se recomienda dar el siguiente paso, el cual consiste en la implementación de esta filosofía en toda la planta de producción, para lo cual es necesario que se adapte a las demás líneas o áreas de trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gutiérrez Garza, Gustavo. **Justo a tiempo y calidad total**. Principios y aplicaciones. 5ª. ed. México. Ediciones castillo S.A, 2000 No. pp. 225
2. Hartman Edward. **Como instalar con éxito el TPM en su empresa**, U. S. A. McGraw-Hill, 1994. pp.120.
3. Ishikawua Kaoru. **¿Qué es el control total de la calidad?** 3ª. Edición Norma. México 2002 No. pp. 195
4. Masaaki Imai. **¿Cómo implementar el Kaizen en el sitio del trabajo?** Editorial McGraw Hill. No. pp. 150
5. Niebel B.W, Freivalds A. **Ingeniería Industrial, métodos estándares y diseño del trabajo**. 11ª. ed. México: Alfaomega, 2004. No. pp. 525
6. Rabelo, Oscar. **Ingeniería de mantenimiento**. México. Editorial nueva librería, 1997. No. pp. 286
7. Torres, Sergio. **Ingeniería de plantas**. Guatemala. tesis Ing. Industrial. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de 2004. No. pp. 185
8. http://www.confiableidad.net/art_05/TPM/tpm_02.pdf (octubre 2008)

9. www.mantenimientoplanificado.com (octubre 2008)

10. www.solomantenimiento.com (octubre 2008)

11. www.tpmonline.com (octubre 2008)

ANEXOS

Figura 17. Hoja de sugerencias y asistencia en capacitaciones

HOJA DE CONTROL DE ASISTENCIA

Reunión

Difusión

Curso

Solo completar en caso de reunión.	Duración Aprox.	Tema

Nombre de actividad/documento: _____

Fecha: _____

Hora de inicio: _____

Hora final: _____

Nombre del facilitador: _____

Firma del facilitador: _____

No.	Nombre	Puesto	El material brindado es entendible y completa la información necesaria.	Sugerencia sobre el mantenimiento a la maquina que opera	Sugerencias para mejorar las capacitaciones

Fuente: Investigación de campo

Figura 18. Hoja de evaluación a maquinaria

Descripción del Equipo: Código del Equipo: Fecha:	Evaluado Por:
---	---------------

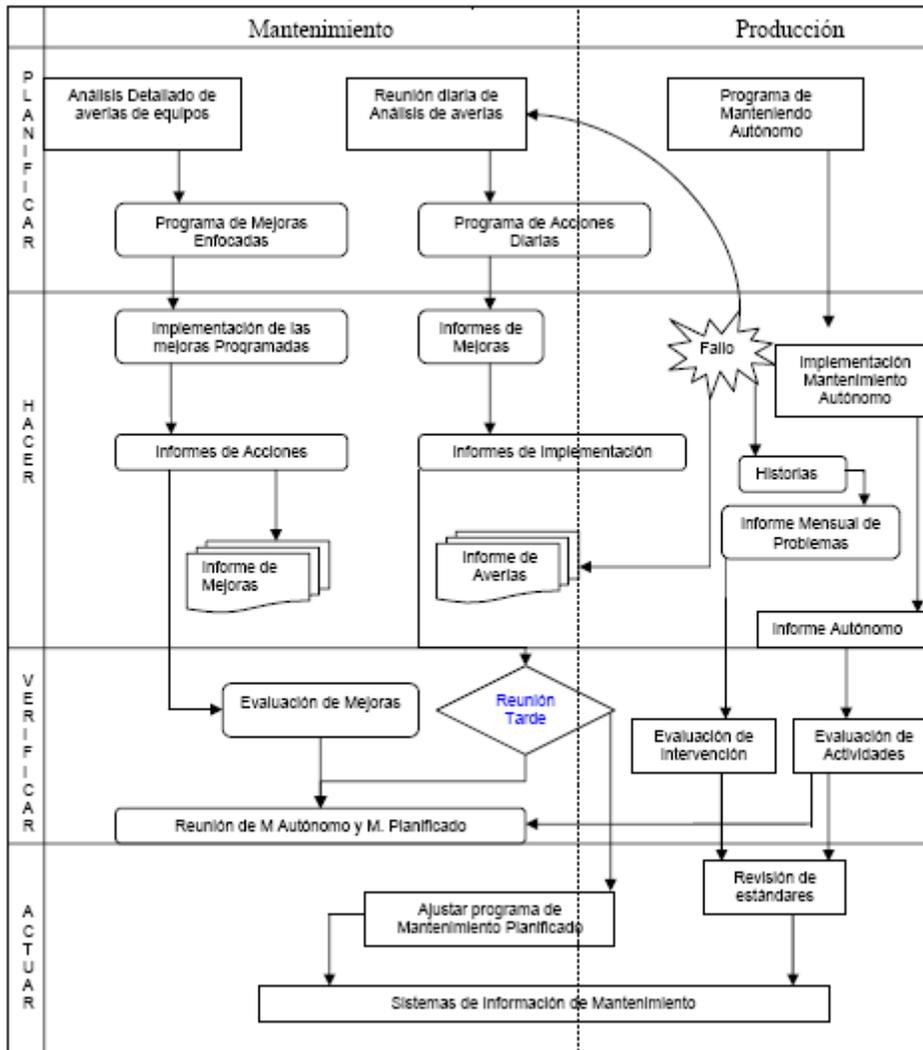
1. Confiabilidad	Calificación
Comentarios:	

2. Capacidad	Calificación
Comentarios:	

3. Condición General	Calificación
Apariencia/Limpieza:	
Facilidad de operación:	
Seguridad Ambiente:	
Comentarios:	

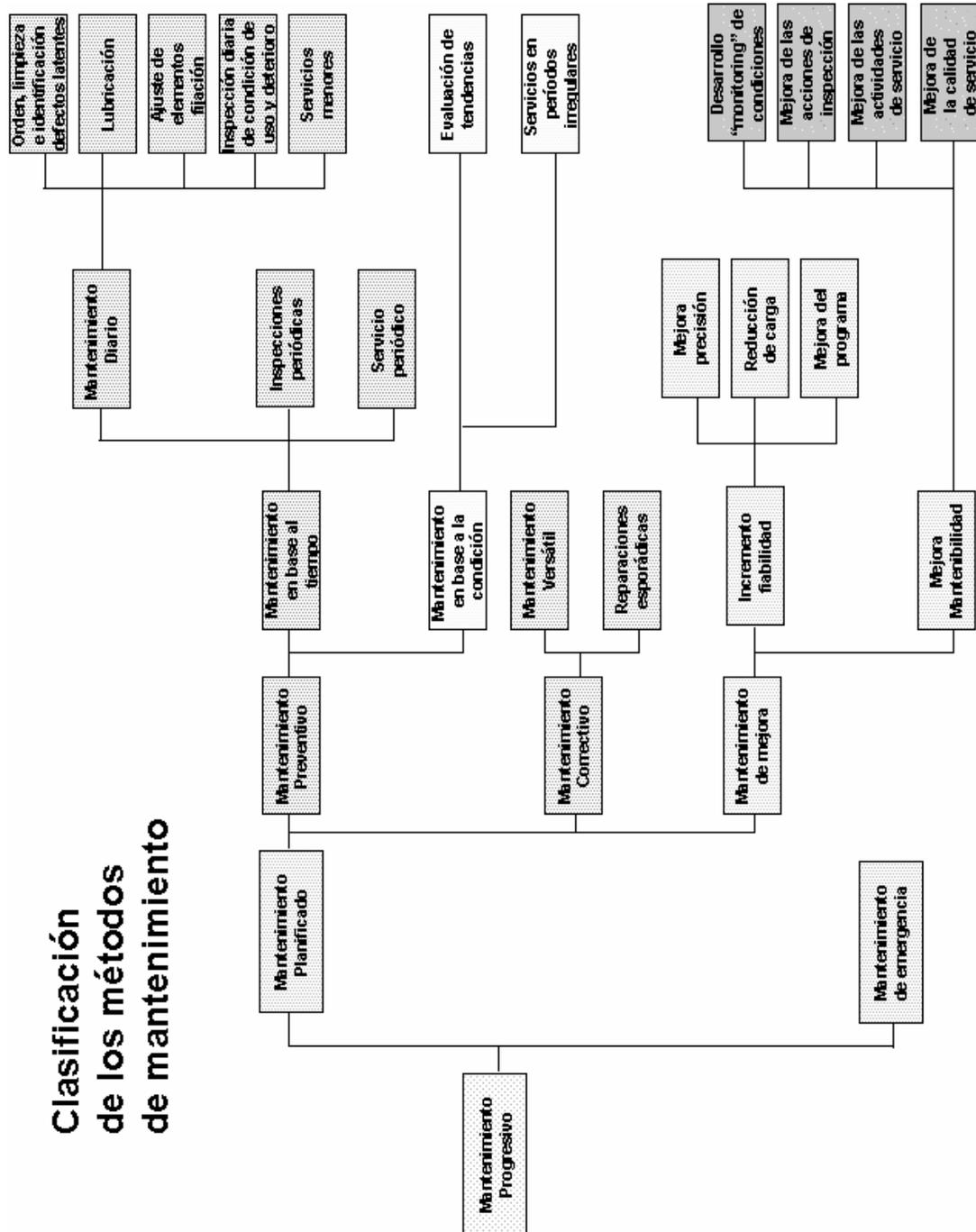
Fuente: **Investigación de campo**

Figura 19. Pasos para un mantenimiento autónomo



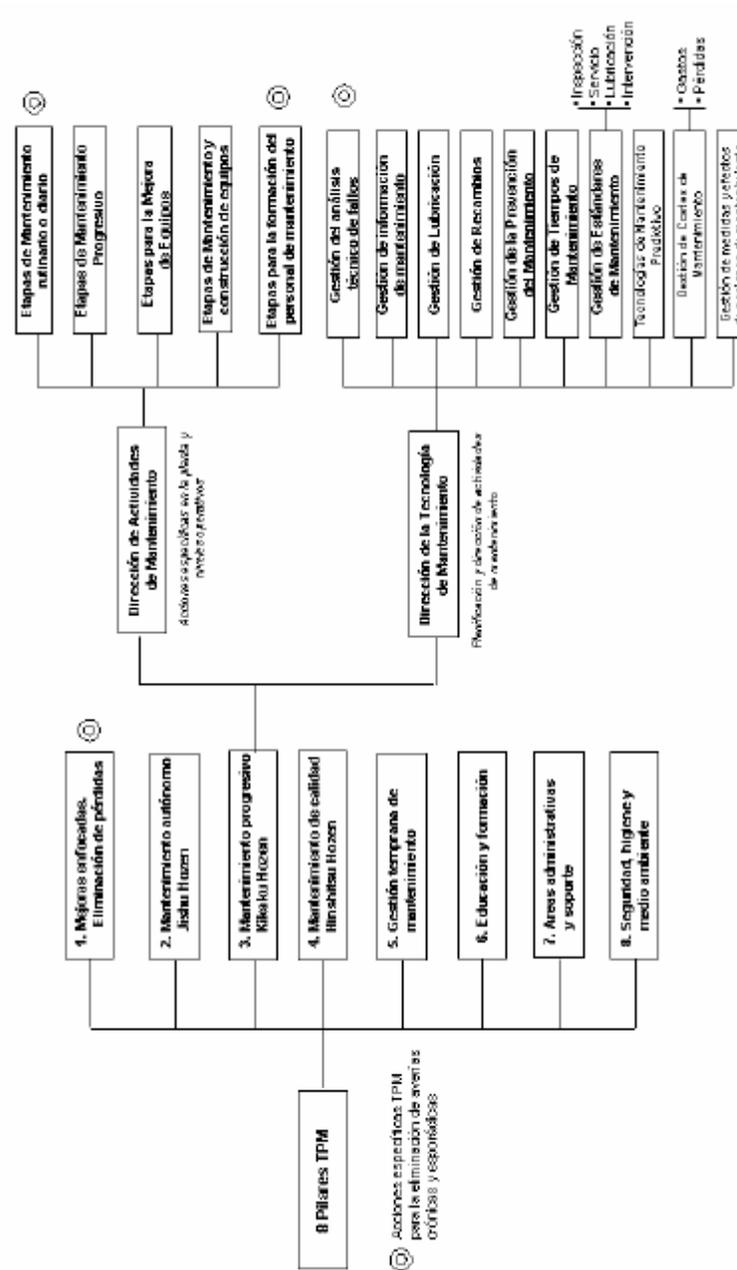
Fuente: Instituto internacional TPM

Figura 20. Clasificación de los métodos de mantenimiento



Fuente: Instituto internacional de TPM

Figura 21. Estrategias para transformar el mantenimiento industrial



Fuente: Instituto internacional de TPM

Figura 22. Tabla de inconvenientes

Inconvenientes	Detalle del inconveniente
1. Fallas pequeñas	
1.1 por suciedad	Polvo, basura, aceite, óxido, manchas
1.2 por trepidación	Corrosión, desgaste, deformación, etc.
1.3 por anomalía	Ruido anormal, calentamiento, vibración, olor extraño, alteración del color, presión, corriente
1.4 por adherencia	Obstrucción, fijación, acumulación, despegado, problemas en el movimiento
1.5 por daño	Ralladura, aplastado, deformación alta
2. Condiciones básicas	
2.1 de lubricación	Falta de aceite, aceite sucio, no se conoce el tipo de aceite, aceite inapropiado
2.2 de suministro de lubricante Daños por	deformación de la boquilla, tapada debido a la mugre
2.3 medidor de nivel	Suciedad, daños, no posee indicador, no se aprecia la marca de mínimos y máximos
2.4 ajustes y aprietes tapa de sitio de suministro	Mala colocación de tapa, excesivo apriete, corrosión, falta arandela, desgaste.
3. Lugar difícil de acceder	
3.1 para limpieza	Estructura de la máquina, protecciones, Posiciones, espacio.
3.2 para inspección	Estructura, posicionamiento, ubicación de aparatos de medida, falta de indicaciones adecuadas.
3.3 para lubricación	Posición de la boca de lubricación, altura, orificio de salida de aceite descartado, espacio
3.4 para apriete de tuercas y otros	Protecciones, tamaño, apoyo, espacio.
3.5 para operación	Posición de la máquina, controles, válvulas, interruptores
3.6 para regulación	Mal ubicado el manómetro, medidor sin escalas y tolerancias permitidas, no se marcan condiciones críticas.

Fuente: Instituto internacional TPM

Figura 23. **Check list de llenadora**

CHECK LIST LLENADORA

Fecha: _____ Operador: _____

- La llenadora esta en la posición correcta para colocar botellas falsas
- La llenadora tiene puestas las botellas falsas
- Esta conectado el codo para la línea de aire, en la entrada al proporcionador
- Se desmontó y limpió la tubería y el visor del enfriador
- Se desmontó y limpió el visor del carbonatador.
- Se desmontó y limpió la tubería de CO2 entrada al enfriador
- Se desmontaron y limpiaron los toma muestras de entrada de agua y jarabe
- Se desmontó y limpió el toma muestras entrada a carbonatador
- Se desmontó y limpió el toma muestras entrada a llenadora
- Se recirculó agua por el sistema Hora Inicio _____ Hora Final _____
- Se recirculó Trimeta sauer al _____ % Hora inicio _____ Hora Final _____
- Se colocó el equipo en producción 30 segundos cada 5 minutos
- Se abrieron los toma muestras 30 segundos cada 5 minutos
- Se recirculó agua tratada Hora inicio _____ Hora Final _____
- Se verificó que no existe presencia de trimeta Sauer
- Se recirculó Cloro 100ppm _____ ppm Hora inicio _____ Hora Final _____
- Se colocó el equipo en producción 30 segundos cada 5 minutos
- Se abrieron los toma muestras 30 segundos cada 5 minutos
- Se recirculó agua tratada Hora inicio _____ Hora Final _____
- Se verificó que no existe presencia de Cloro
- Se recirculó Vortexx _____ % Hora inicio _____ Hora Final _____
- Se colocó el equipo en producción 30 segundos cada 5 minutos

Fuente: **Embotelladora de gaseosas**

Figura 24. Reporte diario de producción

**REPORTE DIARIO
PRODUCCION DE BEBIDAS GASEOSAS**

Fecha: _____ Operador: _____

Velocidad Teórica: _____ C/hora Turno: _____

Tiempo Programado _____ Código del Producto: _____

Hora AM ____ PM ____	Producción Por Hora Cajas	Producción Acumulada Cajas	Tiempo Perdido Minutos	Causas
07:00 a 08:00				
08:00 a 09:00				
09:00 a 10:00				
10:00 a 11:00				
11:00 a 12:00				
12:00 a 01:00				
01:00 a 02:00				
02:00 a 03:00				
03:00 a 04:00				
04:00 a 05:00				
05:00 a 06:00				
06:00 a 07:00				

Tiempo Imputable al Salón: _____ Tiempo no Imputable al Salón: _____

Eficiencia Real = $\frac{\# \text{ de Unidades Entregadas a Bodega } \times 100}{\text{Velocidad Teórica } \times \text{ Hrs. Totales Programadas}}$

Eficiencia Operativa = $\frac{\# \text{ de Unidades Entregadas a Bodega } \times 100}{\text{Velocidad Teórica } \times \text{ Hrs. Reales de Trabajo}}$

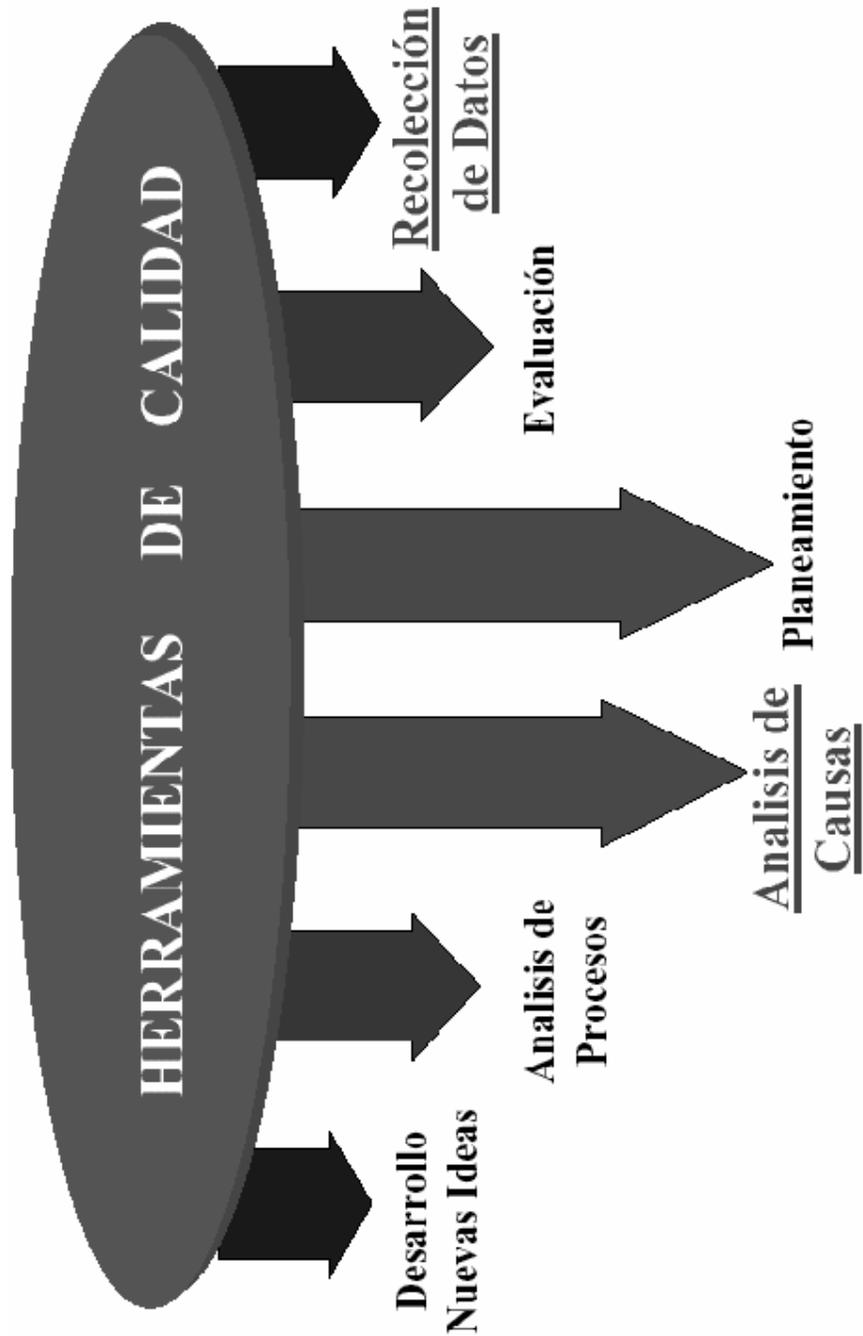
Fuente: Empresa embotelladora de gaseosas

Figura 25. **Avances de acciones planificadas**

No.	Elemento	Plan y fecha para eliminarlo	Responsable (s)	Control: realizado, en proceso, sin acción

Fuente: **Investigación de campo**

Figura 26. Herramienta de calidad



Fuente: www.monografias.com

Figura 27. Ejemplos de técnicas de calidad

Técnicas de calidad para el análisis y solución de problemas

Preparar: El hombre Álvarez Lavarelle

Muy efectiva Efectiva

Propósito método de calidad	Siete herramientas básicas												Siete nuevas herramientas												Técnicas estadísticas				Métodos Especiales	
	Diagrama de causa y efecto	Diagrama de flujo	Hoja de verificación	Diagramas de dispersión	Diagramas de control	Gráficas	Diagrama de relaciones	Diagrama de conexiones	Diagrama de árbol	Diagrama de redes	Matriz de priorización	Diagrama inicial	Prueba de hipótesis	Diseño de experimentos	Análisis de regresión	Análisis multivariante	Técnicas de muestra	AMFS	Análisis de variación	Técnicas de control de calidad	Técnicas de muestra	Análisis de sensibilidad	Contacto de calidad	Análisis del valor	Métodos mg. ind.	Invers. de operaciones				
Propósito método de calidad Acciones en la solución de problemas	1. Identificar áreas problema	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
	2. Seleccionar el tema	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
	3. Establecer el equipo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	4. Diseñar plan de actividades	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	5. Conocer el fondo o problemática	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	6. Establecer objetivos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	7. Analizar causas	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	8. Investigar posibles acciones	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	9. Plan para implementación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	10. Ejecutar los planes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	11. Verificar los resultados	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	12. Revisar los actividades	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	13. Estandarización	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	14. Establecer controles	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	15. Planificación para el futuro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fuente: Instituto internacional de TPM