



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



TRABAJO FINAL DE MÁSTER

Máster en Ingeniería del Mantenimiento

REINGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO DE UNA MÁQUINA LAVADORA DE BOTELLAS PARA INDUSTRIA CERVECERA

Autor: Daisy Priscila Apolo Cedeño

Director: Dr. D. José Miguel Salavert Fernández
Departamento de Máquinas y Motores Térmicos

Valencia – España

Septiembre 2018

RESUMEN

Para la fábrica cervecera se realizará la reingeniería del mantenimiento de una lavadora de botellas, se iniciará un análisis desde su situación actual de mantenimiento y se continuará con una auditoria de la máquina en donde se obtendrán los requerimientos técnicos de mejora.

Se identificará los problemas que ocasionen un bajo rendimiento de la gestión del mantenimiento. Se analizará el historial de fallos correctivos para poder identificar las falencias según sus variables como tipo de mantenimiento, líder, producto, y tipo de fallo.

Se desarrollará un modelo de plantilla para el plan mantenimiento preventivo y correctivo, además se creará un plantilla para el registro de los eventos de correctivos.

Del sistema existente se rehabilitará su uso para beneficio del monitorizado de las variables de nivel de agua y temperatura las cuales afectan a la máquina.

Para mejorar el conocimiento de los activos a dar mantenimiento se propondrá niveles de capacitación técnicos los cuales serán dirigidos al personal administrativo y operativo del área de mantenimiento.

Finalmente se realizará un análisis económico de la inversión, y su retorno en función del porcentaje de reducción del tiempo de paradas por correctivo no planificadas.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	2
ÍNDICE GENERAL.....	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ÍNDICE DE GRÁFICOS	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
CAPÍTULO 1.....	8
1. PRESENTACIÓN GENERAL DE LA PLANTA CERVECERA.....	8
CAPÍTULO 2.....	10
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	10
2.1. Objetivos	10
2.2. Alcance.....	10
CAPÍTULO 3.....	11
3. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Situación actual del proceso de lavado.....	11
3.1.1. Proceso de ingreso de botellas retornables	11
3.1.2. Descripción de la lavadora de botellas	13
3.1.3. Proceso de lavado de botellas.....	14
3.2. Situación actual del mantenimiento	19
3.2.1. Plantilla del personal	19
3.2.2. Tipos de mantenimiento	21
3.2.3. GMAO	23
3.2.4. Capacitación.....	24
3.2.5. Indicadores.....	25
3.3. Detección de fallos	26
3.4. Método de diagnóstico de causa de fallos	32
3.5. Monitorizado	36
CAPÍTULO 4.....	38
4. PROPUESTA DE MEJORA	38
4.1. Nueva estructura del plan de mantenimiento.....	39
4.2. Plantilla de registro de mantenimientos correctivos	39

4.3. Capacitación técnica para el personal del área de mantenimiento.....	39
4.4. Rehabilitar el sistema de control de nivel y temperatura con adquisición de datos	40
4.5. Implementación	41
CAPÍTULO 5.....	43
5. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	43
5.1. Presupuesto	43
5.2. Análisis del retorno de la inversión	44
ANEXO A – Ruta de inspección mecánica	46
ANEXO B – Mantenimiento autónomo.....	47
ANEXO C – Cálculo de indicadores de mantenimiento	50
ANEXO D – Inspección de tanques y sistema de aspersion.	52
ANEXO E – Estructura del plan de mantenimiento preventivo.	53
ANEXO F – Estructura del plan de mantenimiento predictivo.....	54
ANEXO G – Plantilla para el registro del mantenimiento correctivo no planificado.....	55
ANEXO H – Cronograma de implementación del plan de mejora.....	56
BIBLIOGRAFÍA.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 Ubicación de fábricas en Ecuador	8
FIGURA 1.2 División de áreas de la fábrica CN Guayaquil.	9
FIGURA 1.3 Productos según las líneas de envasado.	9
FIGURA 3.1 Proceso de ingreso, lavado y envasado de las botellas retornables. [1].....	12
FIGURA 3.2 Vista frontal del cargador de botellas y vista lateral de la lavadora industrial.....	13
FIGURA 3.3 Esquema del pre-lavado.....	15
FIGURA 3.4 Salida de las botellas del tanque inmersión.	15
FIGURA 3.5 Efecto limpiador en tanque cáustico.....	16
FIGURA 3.6 Salida del tanque cáustico.....	16
FIGURA 3.7 Tanque de post-remojado.	17
FIGURA 3.8 Posición del chorro para limpieza de botellas.	17
FIGURA 3.9 Esquema de rociadores de enjuagues.	18
FIGURA 3.10 Esquema del drenaje del agua de las botellas.	18
FIGURA 3.11 Organigrama de mantenimiento.	20
FIGURA 3.12 Flujo del mantenimiento correctivo.	21
FIGURA 3.13 Flujo del mantenimiento correctivo.	22
FIGURA 3.14 Cálculo del OEE (Eficiencia general de los equipos). [2].....	25
FIGURA 3.15 Pantalla del monitorizado de temperatura y bombas de la máquina lavadora de botellas.	36
FIGURA 3.16 Pantalla del control de nivel, concentración de soda y temperatura.....	37

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3.1 Tipo de fallo vs tiempo de mantenimiento (correctivo).	26
Gráfico 3.2 Tipo de fallo vs mantenimientos realizados (correctivo).	27
Gráfico 3.3 Mes vs tiempo de mantenimientos (correctivo) por turnos.	27
Gráfico 3.4 Mes vs tiempo de mantenimientos (correctivo).	28
Gráfico 3.5 Mes vs mantenimientos realizados (correctivo).	28
Gráfico 3.6 Producto vs tiempo de mantenimientos (correctivo).	29
Gráfico 3.7 Producto vs mantenimientos realizados (correctivo).	29
Gráfico 3.8 Líder vs tiempo de mantenimientos (correctivo) por turnos.	30
Gráfico 3.9 Líder vs mantenimientos realizados (correctivo) por turno.	30
Gráfico 3.10 Porcentaje de tiempo acumulado de mantenimiento vs fallo....	31
Gráfico 3.11 Porcentaje de frecuencia de mantenimientos vs fallo.....	31
Gráfico 5.1 Porcentaje de reducción de paradas no planificadas vs tiempo de retorno de inversión	45

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3.1	Parámetros de servicios de agua y vapor.....	13
TABLA 3.2	Datos técnicos de los equipos de la lavadora de botellas.	14
TABLA 3.3	Nómina del área de mantenimiento.....	20
TABLA 3.4	Problemas operacionales y corrección.....	34
TABLA 3.5	Problemas asociados al fallo de explosión de botellas por temperatura elevada.....	35
TABLA 3.6	Plan de mantenimiento de inspección para tanques y sistema de aspersion	35
TABLA 4.1	Modificación del plan de mantenimiento de inspección para tanques y sistema de aspersion.....	38
TABLA 4.2	Temas de la capacitación técnica.....	40
TABLA 4.3	Rango de temperaturas por etapas de lavado.....	41
TABLA 5.1	Costos de inversión	43
TABLA 5.2	Pérdidas por paradas no planificadas.....	44
TABLA 5.3	Retorno de la inversión variando el porcentaje de reducción de tiempo de paradas no planificadas.	44

CAPÍTULO 1

1. PRESENTACIÓN GENERAL DE LA PLANTA CERVECERA

La cervecera ecuatoriana se unió AB InBev (Anheuser-Busch InBev N.V./S.A.) multinacional la cual es la empresa más grande en la industria.

La empresa tiene dos plantas cerveceras y un maltería. La fábrica que se va estudiar es la que se ubica en la ciudad de Guayaquil.

Tiene una producción 5,12 MHI/año y un área de 120.514 m²

La plantilla de empleados es de 1088 de los cuales 344 pertenecen a supply.

Su principal competencia es Biela. S.A. (Heineken).

Por el momento están certificados en BPM (Buenas prácticas de manufactura) por el ARCSA (Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria). Como futuras certificaciones están las ISO 9001 (sistema de gestión de la calidad) e ISO 22000 (sistema de gestión de seguridad alimentaria) las cuales se retomaran su certificación.

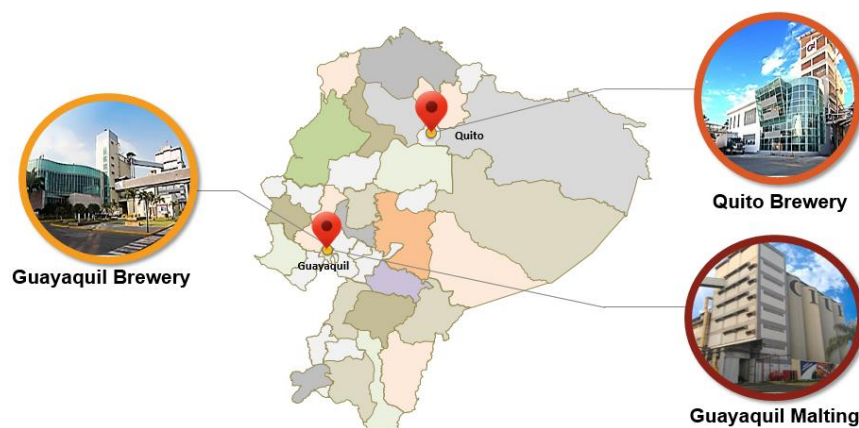


FIGURA 1.1 Ubicación de fábricas en Ecuador

Como se muestra en la figura 1.2 la planta de Guayaquil se divide en diferentes áreas: embotellado, producto final, calidad, utilities, almacén, bodega de frío, cocimiento, maltería, líneas de latas, PTAR (planta de tratamiento de aguas residuales).



FIGURA 1.2 División de áreas de la fábrica CN Guayaquil.

La fábrica tiene 5 líneas de envasado, 3 para botellas, 1 para barril y 1 de latas, en la figura 1.3 se aprecia el año que se implantó la línea, la velocidad de producción, el volumen de los envases y la variedad de productos.



FIGURA 1.3 Productos según las líneas de envasado.

CAPÍTULO 2

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

2.1. Objetivos

Desarrollar un sistema de mantenimiento que permita:

- Reducir el mantenimiento correctivo (frecuencia de fallos, tiempo de parada de máquina, costes)
- Incrementar el mantenimiento preventivo a expensas del correctivo.
- Mejora de la accesibilidad de la información (Formatos, registros, instructivos)

2.2. Alcance

El desarrollo se va a centrar en la mejora del mantenimiento de una lavadora de botellas marca Barry Wehmiller A750.3N1N2100+60HL número de serie 6892, teniendo en consideración los recursos disponibles inicialmente.

Se diseñará un modelo para el plan de mantenimiento en el cual se tendrá un mayor control del activo, se entregará una plantilla para el registro de los eventos presentados de mantenimiento correctivo.

Se rehabilitarán sistemas que aporten mejora al mantenimiento de la máquina, y se revisará el tema de capacitación del personal operativo y administrativo del área de mantenimiento.

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA

Para poder alcanzar los objetivos propuestos se debe recopilar información de la empresa. Conocer la situación actual del proceso de lavado y del área de mantenimiento. Saber cómo se realiza la gestión del mantenimiento de la máquina lavadora de botellas. Analizar el historial de fallos de la máquina y realizar el seguimiento de los análisis de causa y efecto realizados.

3.1. Situación actual del proceso de lavado

3.1.1. Proceso de ingreso de botellas retornables

Las botellas vacías son recogidas de los establecimientos de venta y se las ordenan dentro de unas cajas plásticas llamadas jabas y se paletizan.

En planta se llevan a una despaletizadora y se colocan las cajas en una banda transportadora, donde se dirigen a una desembaladora la cual retira las botellas de las jabas y se direccionan a las respectivas lavadoras.

Las botellas pasan por distintas etapas de lavado y luego se dirigen a un equipo de control de calidad el cual retira las botellas en mal estado.

Posteriormente las botellas ingresan al proceso de llenado, tapado, y etiquetado, luego ingresan a una pasteurizadora.

Finalmente llegan a la embaladora y se colocan dentro de las jabas, y estas se paletizan para su distribución. En la figura 3.1 se observa el ciclo de las botellas de vidrio retornables.

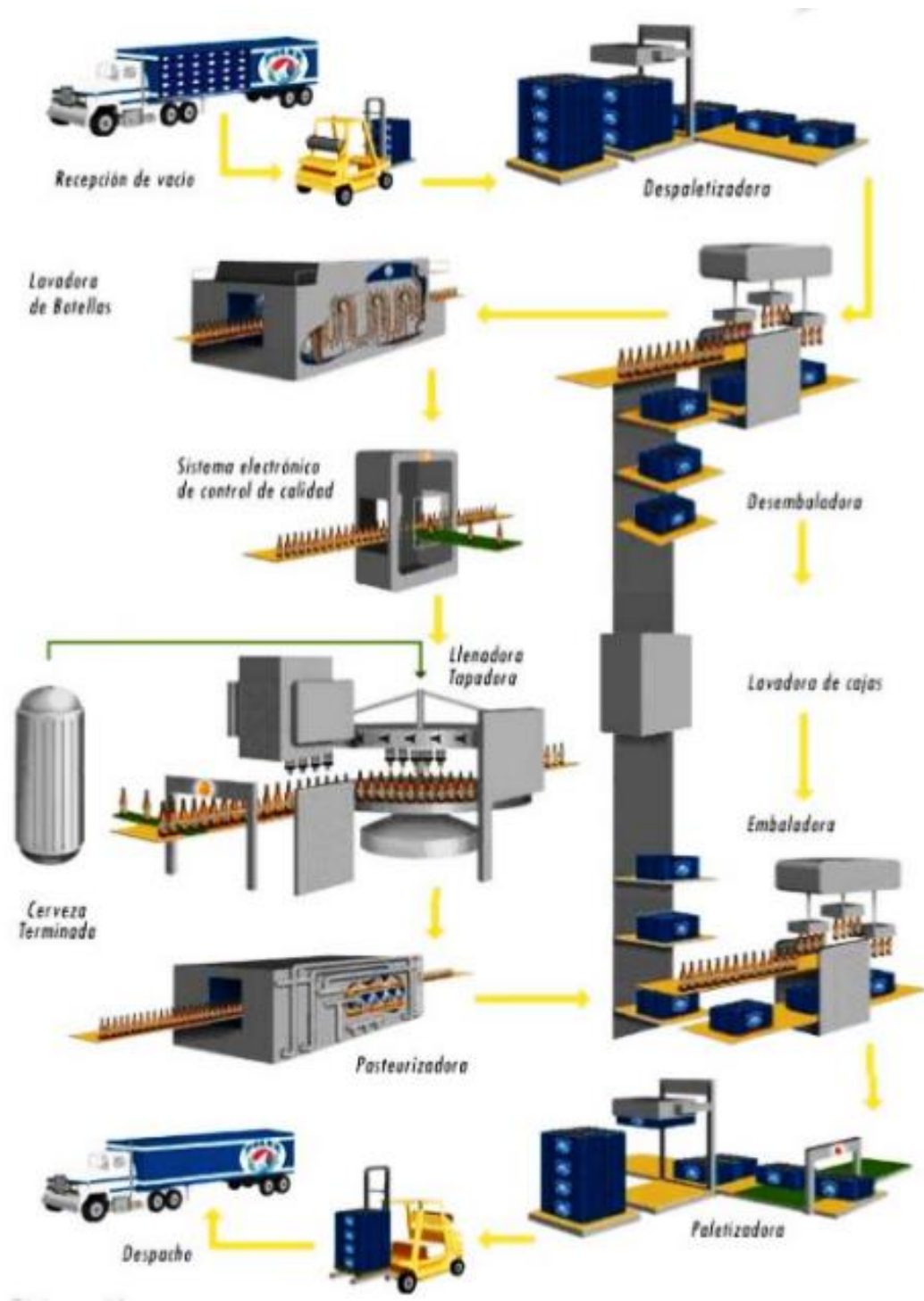


FIGURA 3.1 Proceso de ingreso, lavado y envasado de las botellas retornables. [1]

3.1.2. Descripción de la lavadora de botellas

La máquina lavadora de botellas tiene una capacidad de lavar de 1500 botellas/minuto.

El lavado consiste en una serie de pasos de pre-enjuague, enjuague, lavado de la botella con solución jabonosa a temperaturas altas en diferentes etapas y enjuague con dióxido de cloro. En la figura 3.2 se tienen vistas externas de la lavadora.



FIGURA 3.2 Vista frontal del cargador de botellas y vista lateral de la lavadora industrial.

A continuación se indican los requerimientos técnicos de los servicios de vapor y agua del sistema (Tabla 3.1), y los datos técnicos de la lavadora de botellas (Tablas 3.2)

NECESIDADES DEL SISTEMA	
Presión de entrada de vapor a la máquina	> 45 psi
Presión de entrada principal de agua tratada	70 a 140 psi
Flujo de ingreso de agua a la lavadora	15 a 25 m ³ /hora
Presión de entrada de agua fresca	28 a 32 psi
Bomba de agua recirculada, Tq. 9	31 a 60 psi
Bomba de enjuague final, Tq. 10	25 a 35 psi

TABLA 3.1 Parámetros de servicios de agua y vapor.

1.- Número de hileras de canastos	1055
2.- Número total de botellas	52750
3.- Tiempo en la lavadora	28.2 minutos
4.- Botellas en tratamiento caustico	22950
5.- Minutos de inmersión en soda caustica	15.3 minutos
6.- Potencia del motor principal	50 HP/ 29.84 kW
7.- Potencia del motor de bombas de enjuague	7.5 HP/ 5.6 kW
8.- Potencia del motor de bomba de enjuague del "power jet"	15 HP / 11.2 kW
9.- Potencia del motor dela mesa de carga	1.5 HP / 1.1 kW
10.- Potencia del motor del oscilador de la mesa de carga	1.5 HP / 1.1 kW
11.- Potencia del motor del power jet de enjuague	% HP / 0.56 kW
12.- Potencia del motor del power jet de la sección "N" (2)	% HP / 0.56 kW
13.- Potencia del motor de la bomba de la sección "N" del	15 HP / 11.2 kW
14.- Potencia del motor del separador de la sección "N" (2)	2 HP / 1.5 kW
15.- Potencia del motor actuador del HV LR (6)	1 HP / 0.75 kW
16.- Potencia del motor dela bomba del HVLR (10)	15 HP / 11.2 kW
17.- Potencia del motor del ventilador del HVLR (6)	1 HP / 0.75 kW
18.- Potencia del motor de la bomba del tanque auxiliar de	2 HP / 1.5 kW
19.- Potencia del motor de la bomba del enjuagador del segundo post-remojo	7.5 HP/ 5.6 kW
20.- Potencia del motor dela bomba de contraflujo del segundo al primer tanque de post-remojo	7.5 HP/ 5.6 kW
21.- Potencia del motor dela bomba de contraflujo del primer post-remojo al tanque de pre-enjuague	1 HP / 0.75 kW
22.- Total de potencia conectado	281.75 HP/210.2 kW
23.- Peso de envío de la máquina	166000 kg
24.- Peso de operación de la máquina	553740 kg
25.- Vapor de operación requerido	22.6 millones BTU/Hora

TABLA 3.2 Datos técnicos de los equipos de la lavadora de botellas.

3.1.3. Proceso de lavado de botellas

Paso 1: Tanque e inmersión pre-lavado

El agua tibia y el agente humedecedor en este tanque, mojan completamente toda la superficie de la botella y aumenta la temperatura del vidrio y el sucio mientras las botellas están sumergidas como se muestran en la figura 3.3.

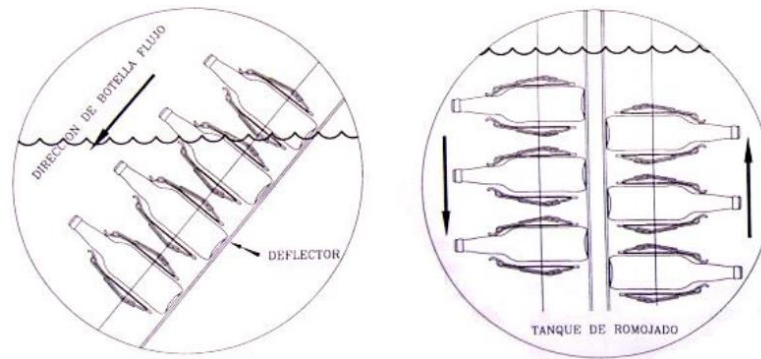


FIGURA 3.3 Esquema del pre-lavado.

En la figura 3.4 se ven salir las botellas del tanque de inmersión, el flujo de agua obliga a salir los contaminantes internos como polvo, arena, papeles, etc.

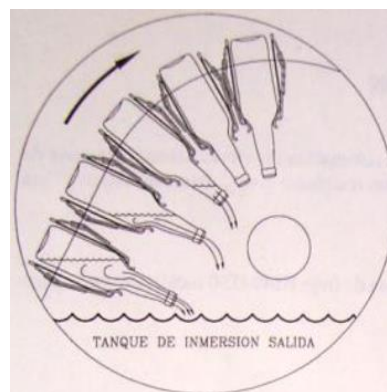


FIGURA 3.4 Salida de las botellas del tanque inmersión.

Esto reduce la contaminación de la solución cáustica en los próximos tanques y extiende el tiempo de servicio de la solución cáustica.

Paso 2: Compartimiento 2-6 tanques de remojo cáustico.

Las botellas entran en cada tanque de cáustico, el flujo de detergente entrando a ellas, restriega las partes internas y externas de la botella. (Figura 3.5).

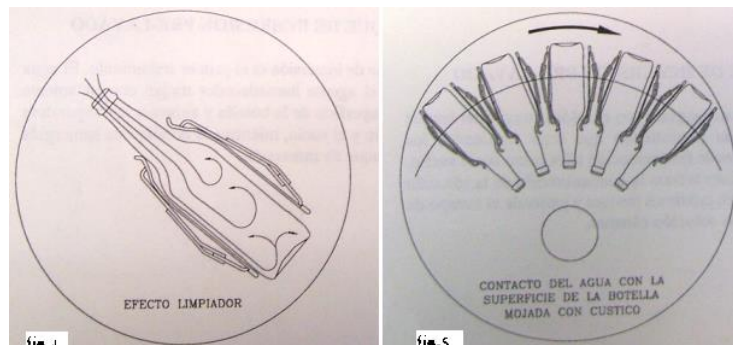


FIGURA 3.5 Efecto limpiador en tanque cáustico.

El tiempo y la temperatura permiten rehidratar y aflojar el sucio tenaz y el hongo. (Figura 3.6).

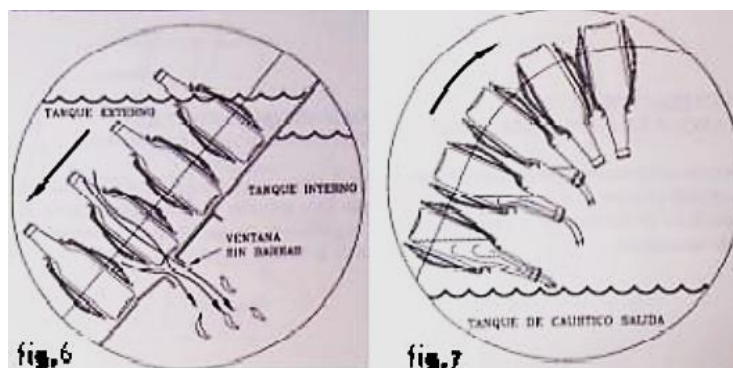


FIGURA 3.6 Salida del tanque cáustico.

Paso 3: Compartimiento 7 tanques de post - remojo

Las botellas son drenadas y sumergidas en el agua caliente, luego se vacían para remover el detergente cáustico de todas las superficies de las botellas y para reducir la temperatura de las mismas.

Paso 4: Compartimiento 8 Segundo tanque de post-remojo.

Las botellas son transportadas bajo tres diferentes chorros donde son enjuagadas con agua tibia para remover las partículas adheridas.

Se vuelven a sumergir, para remover trazas de cáustico. (Figura 3.7).

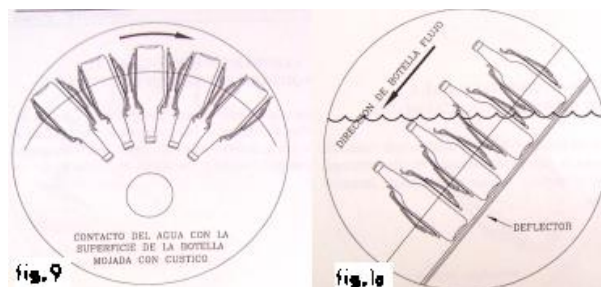


FIGURA 3.7 Tanque de post-remojo.

Paso 5: Compartimiento 9 Chorros pulsantes de agua del enjuagador.

Cada botella pasa por chorros pulsantes de agua de enjuague, este paso es utilizado como pre-enjuague. (Figura 3.8).



FIGURA 3.8 Posición del chorro para limpieza de botellas.

Paso 6: Compartimiento 10 Chorros fijos de enjuague del enjuagador.

Cada botella es sometida a dos chorros fijos en la parte exterior y uno en movimiento en la parte interior utilizando agua que se desecha (Figura 3.9).

Luego cada botella es sometida a chorros en movimiento en la parte interior usando agua fresca en dos estaciones diferentes.

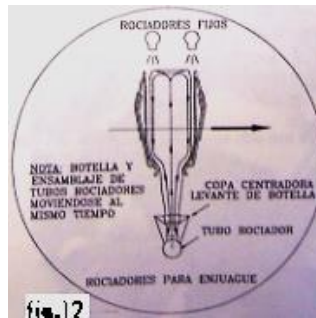


FIGURA 3.9 Esquema de rociadores de enjuagues.

Paso 7: Enjuague final

El enjuague final se realiza en el interior de las botellas con una solución de dióxido de cloro para garantizar su desinfección antes del ingreso de la envasadora

Paso 8: Drenaje.

Finalmente, las botellas son inclinadas para drenar el fondo cóncavo, y se mantienen en esta posición por cierto tiempo para asegurar que se obtiene un drenaje completo antes de descargarlas de la máquina (Figura 3.10)



FIGURA 3.10 Esquema del drenaje del agua de las botellas.

3.2. Situación actual del mantenimiento

El área de mantenimiento cuenta con un presupuesto de 200,000.00 dólares para realizar las operaciones de correctivo, preventivo, predictivo y modificativo.

Se tiene un cálculo aproximado del costo de pérdidas de producción por paradas no planificadas que es de 30,000.00 dólares por 1 hora de la máquina sin producción.

3.2.1. Plantilla del personal

El departamento de mantenimiento está formado por director, jefes, ingenieros, planificadores, coordinadores, técnicos y tecnólogos los cuales se distribuyen en:

- Técnicos especialistas: Son los encargados de realizar el overhaul, modificaciones de planes de mantenimiento y rutas predictivas.
- Técnicos C y B: Son los responsables de la ejecución de órdenes de mantenimiento.

En la figura 3.11 se muestra el organigrama de cargos del área de mantenimiento, y en la tabla 3.3 se indica la cantidad de personas por cargos.

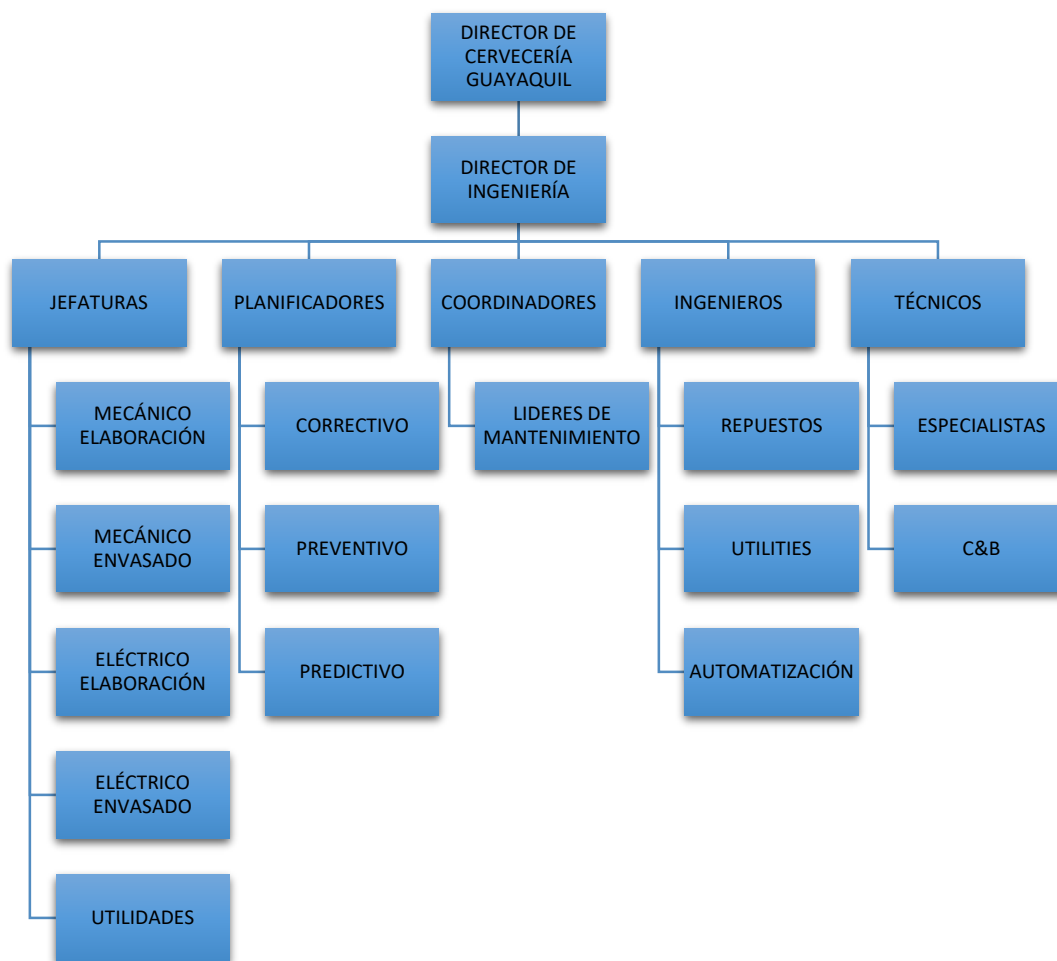


FIGURA 3.11 Organigrama de mantenimiento.

CARGO	PERSONAS
DIRECTOR	1
JEFES	5
INGENIEROS	4
PLANIFICADOR	3
COORDINADOR	1
LIDER	5
OPERADOR DE MANTENIMIENTO	27
OPERADOR DE SERVICIO	6
OPERADOR DE PTAR	4
TÉCNICO ESPECIALISTA	8
TÉCNICO	14
TOTAL	78

TABLA 3.3 Nómina del área de mantenimiento.

3.2.2. Tipos de mantenimiento

Mantenimiento correctivo

La gestión del correctivo planificado o emergencia es realizada por los técnicos de C y B. Los requerimientos se generan por las inspecciones diarias o durante la intervención de un mantenimiento preventivo/predictivo.

Las OT se crean manualmente por los técnicos especialistas y posteriormente son ingresadas en el sistema de SAP por los técnicos C y B.

Los técnicos notifican el trabajo realizado y el cierre de la OT se ejecuta por el líder de mantenimiento. Flujo de trabajo se observa en la figura 3.12.

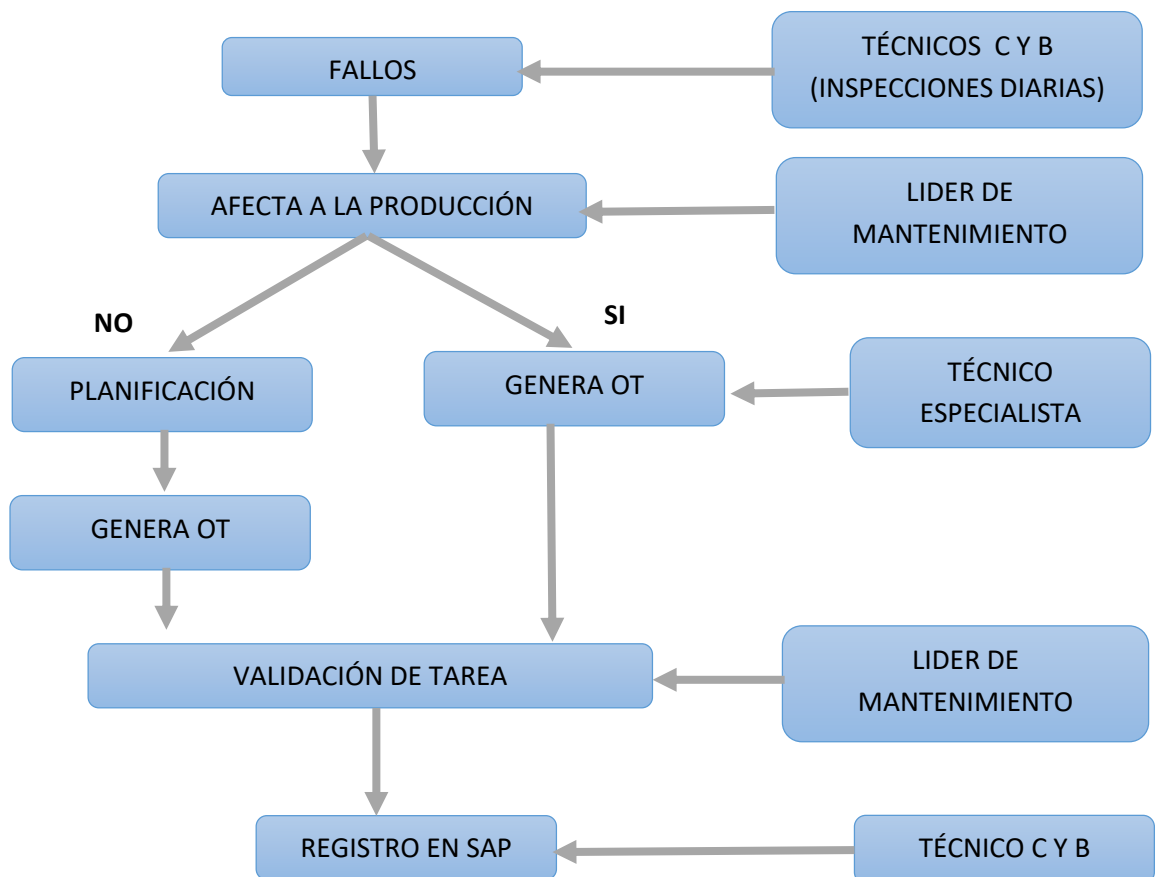


FIGURA 3.12 Flujo del mantenimiento correctivo.

Mantenimiento preventivo/predictivo

Las OT son generadas automáticamente por el software SAP. Los planes de mantenimiento se cargan por los planificadores, los cuales toman a consideración:

- Recomendaciones de Fabricantes.
- Tipo de Máquina.
- Criticidad del Equipo.
- Historial de fallos.

Las OT son cerradas e ingresadas al sistema SAP por el líder de mantenimiento, los cuales validan la información técnica y las horas empleadas. Flujo de trabajo se observa en la figura 3.13.

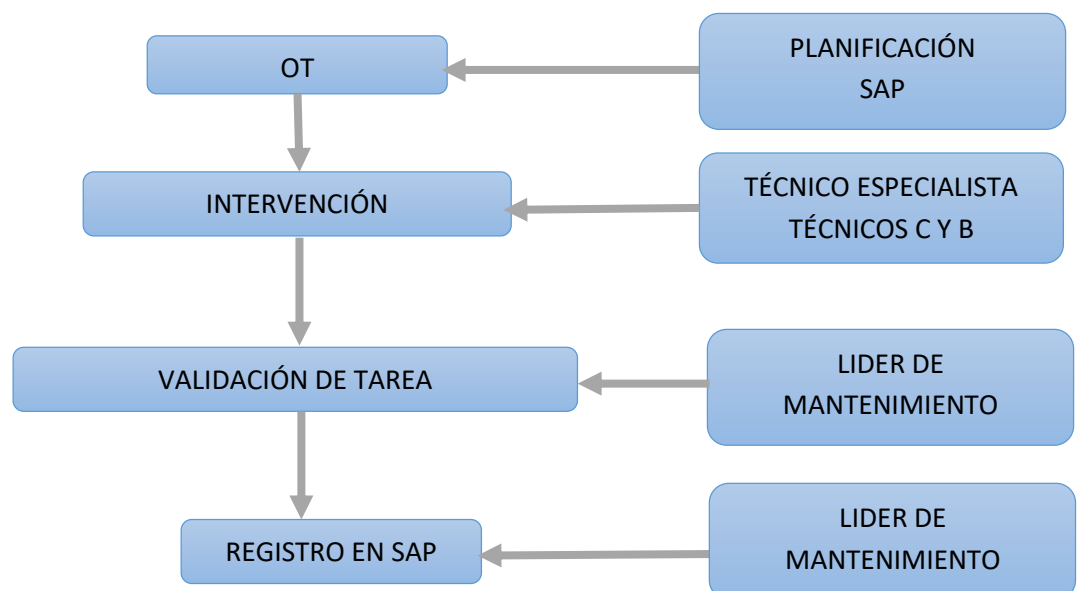


FIGURA 3.13 Flujo del mantenimiento correctivo.

El mantenimiento preventivo mayor se emplea para los casos de modificaciones o restauraciones, los cuales se plantean con las inspecciones realizadas por los técnicos especialistas.

Como mantenimiento predictivo se realiza rutas de inspección (ANEXO A), donde se califica el estado de los componentes de los diferentes equipos y con el diagnóstico se ajustan los tiempos de cambio. Se realiza análisis de aceite para el lubricante de las cajas de cambio, esto les permite extender su vida útil.

En los motores eléctricos se realiza análisis de vibración y medida de aislamiento, estas técnicas permiten ver los cambios en el estado de equipo y así poder anticipar el mantenimiento en el caso que se observe un daño.

Mantenimiento autónomo

Es realizado por personal operativo de producción, los cuales ejecutan tareas de mantenimiento que consisten en inspección, limpieza y lubricación de la máquina. Cuentan con unos formatos donde se especifica las tareas a realizar y un check list de las herramientas (ANEXO B).

3.2.3. GMAO

La gestión del mantenimiento se soporta por el software SAP – módulo PM (Mantenimiento de planta) el cual ha sido instalado desde el 2011. El módulo de SAP incluye las medidas de control que establecen las condiciones de trabajo un sistema técnico o maquinaria

El módulo también incluye medidas de mantenimiento preventivo y medidas de reparación, que se ponen en su lugar para mantener la condición ideal de cada máquina y restaurarlas a su estado ideal si han sufrido daños.

Hay módulos para el mantenimiento preventivo, gestión de mantenimiento del orden, gestión de trabajos de limpieza, procesamiento de reclamaciones de garantía, sistemas de información, escenarios móviles y la planificación de proyectos de mantenimiento de la planta.

Las horas de trabajo se registran en el sistema SAP para tener coordinada la generación de las OT según las periodicidades de revisión.

Para trabajos externos los líderes de mantenimiento evalúan las actividades que no pueden ser ejecutadas por el personal interno, entonces se solicita un pedido de contratación externa la cual debe ser aprobada por el jefe de mantenimiento del área respectiva.

3.2.4. Capacitación

El área de mantenimiento realiza inducción al personal técnico durante 15 días, donde imparten los conocimientos necesarios para responder a las emergencias básicas de mantenimiento.

Además se da una capacitación durante 2 meses al personal nuevo del área de producción, en donde se enseñan operaciones autónomas, los cuales incluyen limpieza, lubricación y ajustes menores.

También se dan capacitaciones para el uso correcto de los formatos utilizados para los registros y control del mantenimiento.

3.2.5. Indicadores

La gestión del mantenimiento se evalúa con los siguientes indicadores:

- Preventive Maintenance Completion Rate (Tasa de cumplimiento del plan del mantenimiento preventivo).
- MTBF (Mean Time Between Failure) – Tiempo medio entre fallos.
- MTTR (Mean Time to Repair) – Tiempo medio de reparaciones.

En el Anexo C se observa como poder determinar los indicadores.

La máquina lavadora de botellas que se conecta con la línea 1 debe cumplir una disponibilidad del 96%.

Además se determina el OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos) donde se mide la eficiencia productiva de la maquinaria industrial, en la figura 3.14 se especifica cómo realizar el cálculo.



FIGURA 3.14 Cálculo del OEE (Eficiencia general de los equipos). [2]

3.3. Detección de fallos

Para poder identificar los fallos que más afectan al sistema de mantenimiento, se revisa las inspecciones realizadas por el personal técnico de mantenimiento y de producción. Adicional se analiza el resultado de las mediciones del predictivo.

Se ha revisado el historial del año 2018 desde el mes de enero hasta el mes de mayo, obteniendo los siguientes resultados presentados en tablas dinámicas. Durante los 5 meses se han registrado 131 eventos de mantenimiento no planificado en la lavadora de botellas, el cual representa 827 minutos de pérdidas de tiempo de producción.

En el gráfico 3.1 se observa el tiempo empleado a cada tipo de fallo, y en el gráfico 3.2 tenemos el número de mantenimientos realizados.

Se determina que por error operacional se tiene 457 minutos lo que representa el 55% del total de tiempo de pérdidas por correctivo, y 88 intervenciones realizadas lo cual es un 67%.

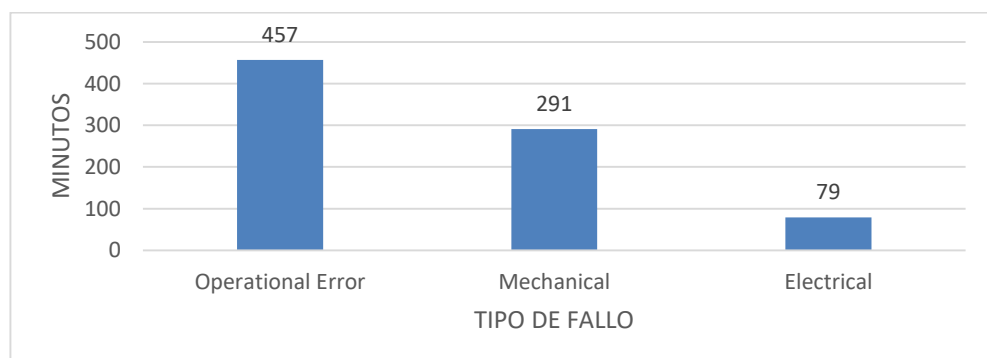


Gráfico 3.1 Tipo de fallo vs tiempo de mantenimiento (correctivo).

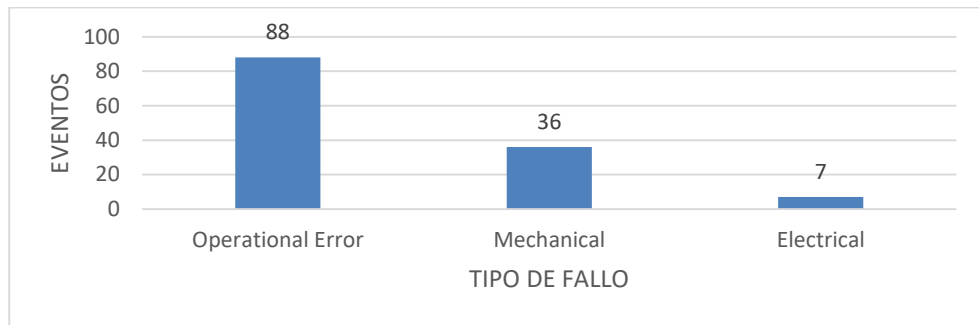


Gráfico 3.2 Tipo de fallo vs mantenimientos realizados (correctivo).

En el gráfico 3.3 se detalla la información del mantenimiento correctivo por mes y el tiempo total empleado en la ejecución de las operaciones, además se analiza si hay un efecto por el tipo de turno.

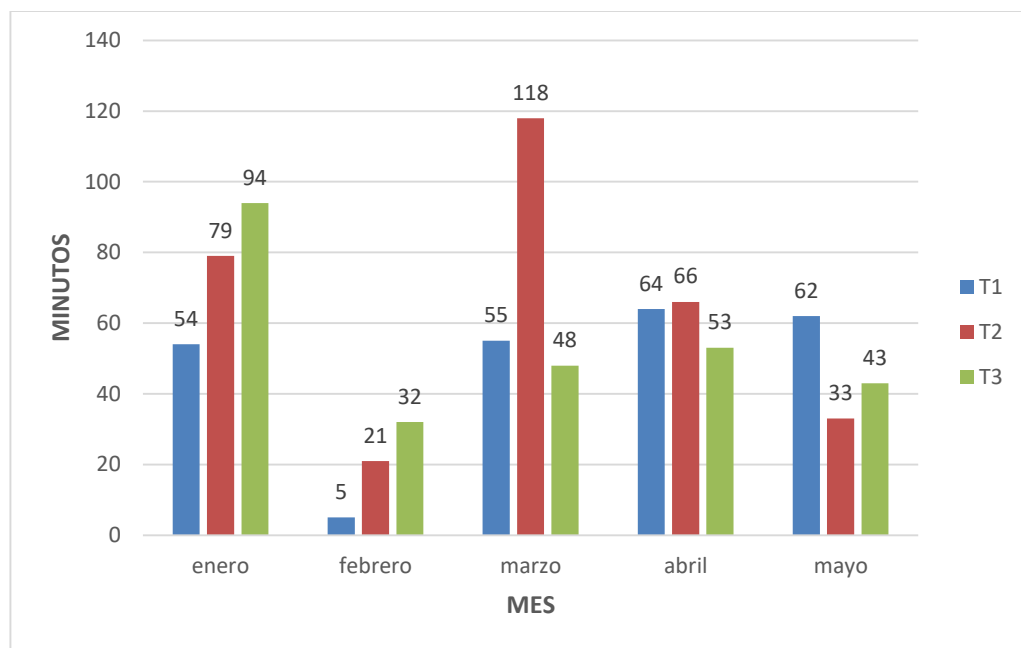


Gráfico 3.3 Mes vs tiempo de mantenimientos (correctivo) por turnos.

Se determina que el turno no es una variable que afecte a los tiempos de mantenimiento correctivo no planificado.

En los gráficos 3.4, 3.5 se detalla la información del mantenimiento correctivo por mes según los minutos empleados y frecuencia en que se presentan los fallos

El mes de enero es el que presenta mayor tiempo de empleado a reparaciones el cual es de 227 minutos que viene a ser 27,4%, y 36 intervenciones registradas.

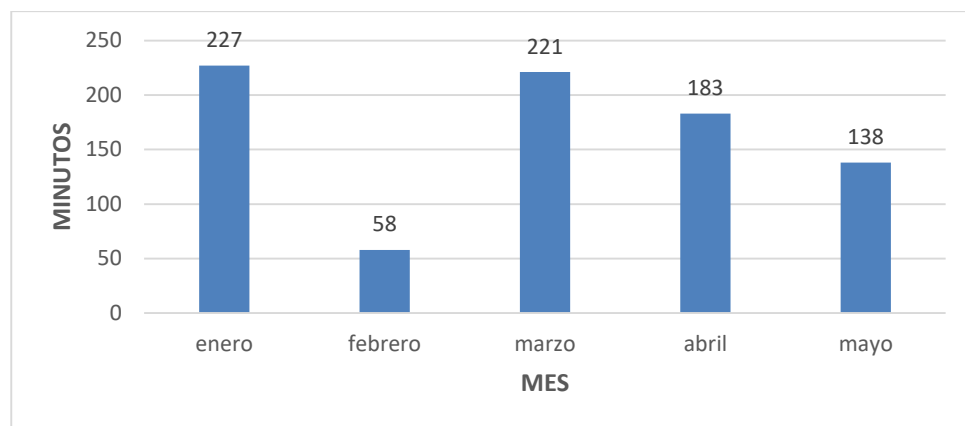


Gráfico 3.4 Mes vs tiempo de mantenimientos (correctivo).

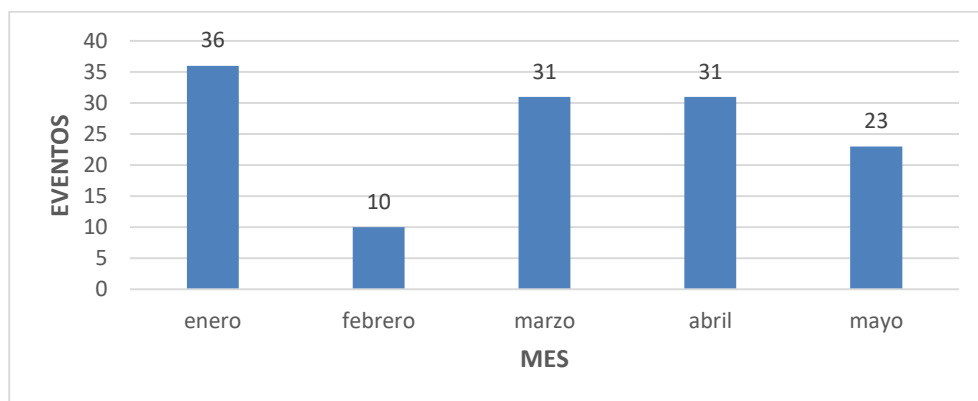


Gráfico 3.5 Mes vs mantenimientos realizados (correctivo).

Se analizó si el tipo de producto influía en los tiempos de mantenimientos y el número de intervenciones. Del gráfico 3.6 se determina que el producto

PILSENER 600 (7 capas) tiene 285 minutos de mantenimiento correctivo lo que representa el 29% del total de 827 minutos.

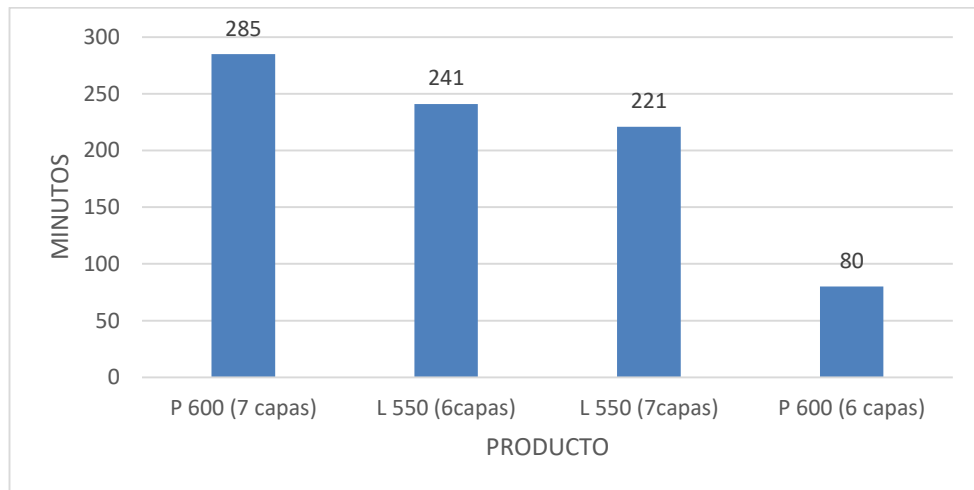


Gráfico 3.6 Producto vs tiempo de mantenimientos (correctivo).

En el gráfico 3.7 se observa que el producto LIGHT 550 (6 capas) tiene 43 intervenciones, lo que significa un 32,8% del total de 131 eventos.

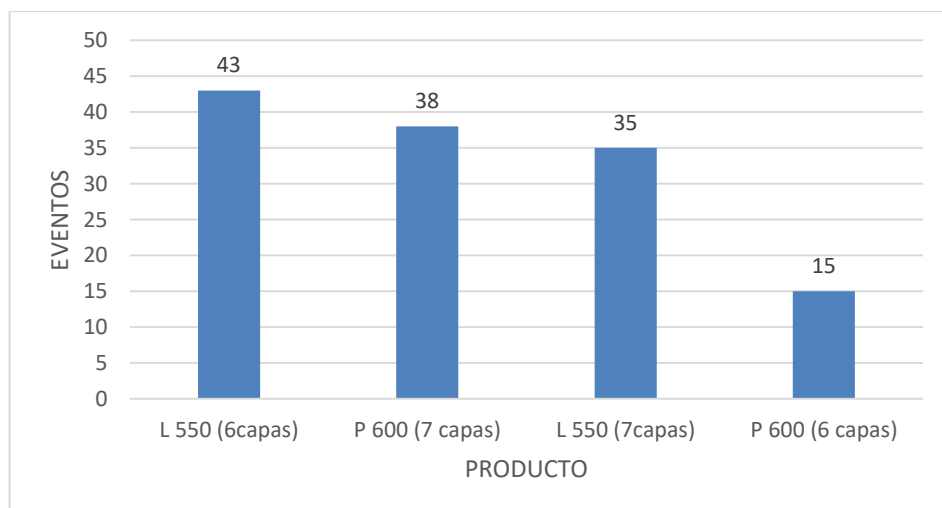


Gráfico 3.7 Producto vs mantenimientos realizados (correctivo).

En el gráfico 3.8 se comparó el tiempo tomado por mantenimiento correctivo no planificado con cada líder.

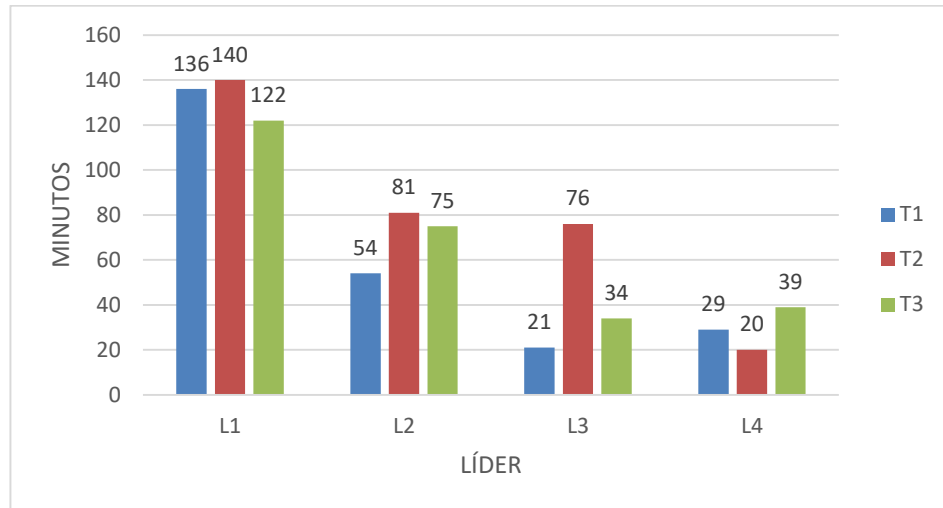


Gráfico 3.8 Líder vs tiempo de mantenimientos (correctivo) por turnos.

Como se observa en el gráfico 3.9 se analiza la frecuencia que se presentan los mantenimientos correctivos respecto a cada líder.

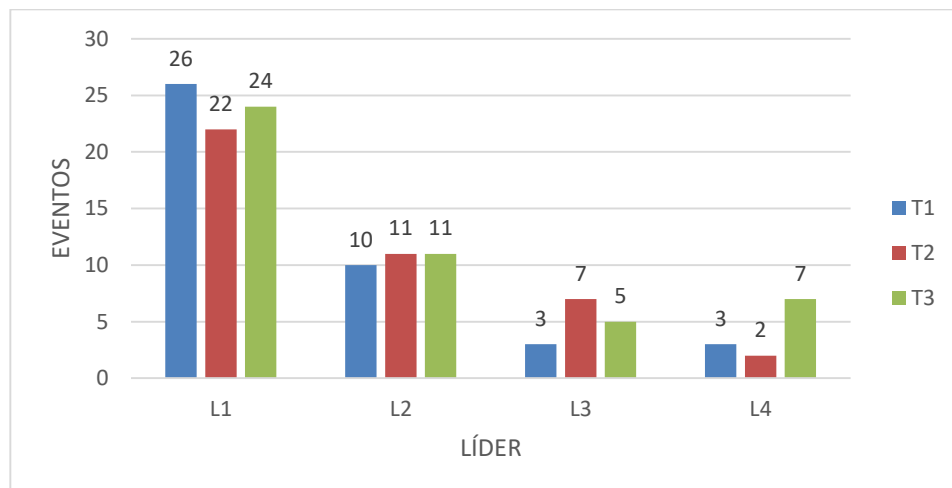


Gráfico 3.9 Líder vs mantenimientos realizados (correctivo) por turno.

Se evidencia que existe un 48% de tiempo y un 55% frecuencia de mantenimiento en los turnos con el líder L1.

De los gráfico 3.10 y 3.11 se observan los fallos con mayor impacto en tiempo de pérdida de producción por mantenimiento correctivo no planificados y por número de frecuencia.

Se determina que la explosión de botellas en la envasadora por calentamiento es el fallo más significativo el cual representa 45% del tiempo perdido por mantenimiento y 59% de intervenciones de correctivo no planificado.

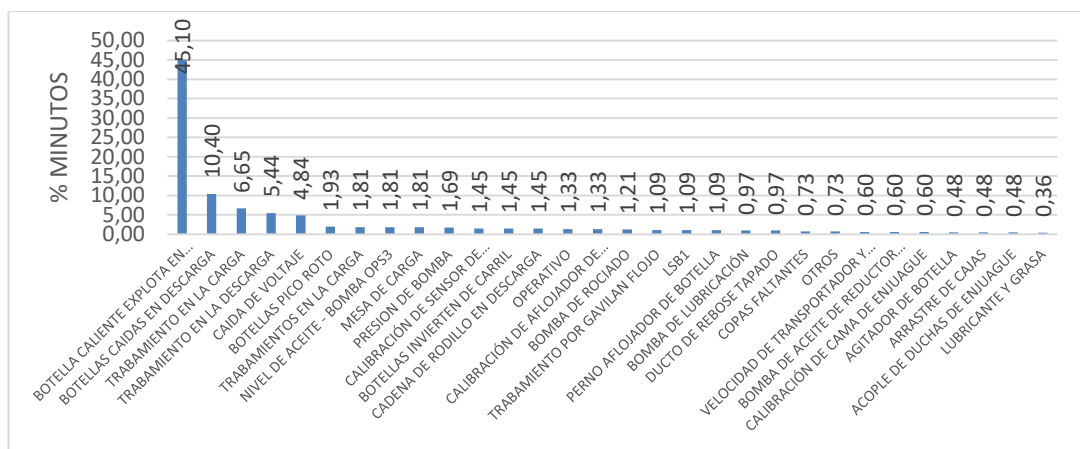


Gráfico 3.10 Porcentaje de tiempo acumulado de mantenimiento vs fallo

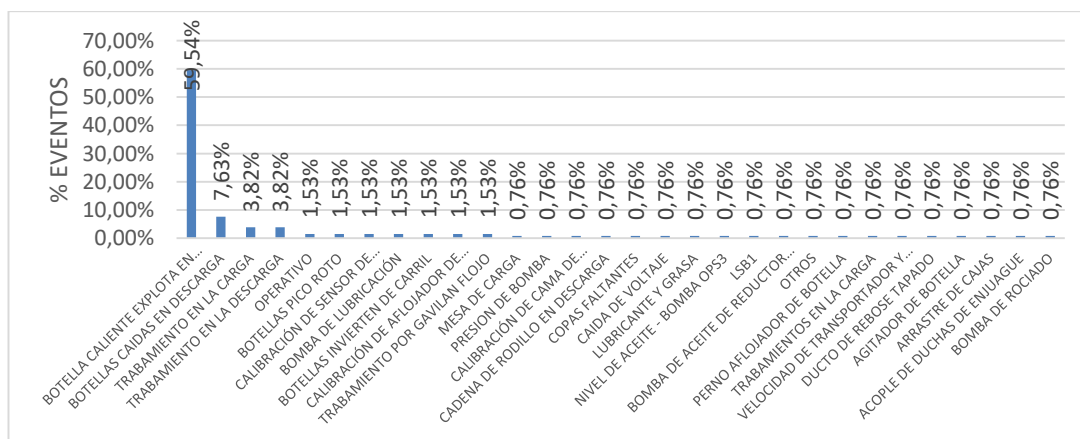


Gráfico 3.11 Porcentaje de frecuencia de mantenimientos vs fallo

3.4. Método de diagnóstico de causa de fallos

Para los problemas técnicos operacionales se tiene un cuadro de las posibles causas y su respectiva corrección. (Tabla 3.4)

PROBLEMA	CAUSA PROBABLE	CORRECCIÓN
Botellas se caen en la transportadora de entrada	Velocidad muy alta	Reduzca la velocidad
	Mala lubricación	Asegure que el lubricante sea para uso con transportadora. Auméntele la cantidad de lubricante.
	Uniones de cadena dañadas	Localice y reemplace las uniones dañadas
Botellas no fluyen a lo ancho de la mesa de carga	Insuficientes botellas	Reduzca la velocidad de la lavadora o aumente cantidad de botellas
	Deflectores de transportadora de entrada mal ubicados	Coloque los deflectores para los mejores resultados
Botellas se desequilibran al pasar del transportador de carga a la mesa de carga	Falta de lubricación en la transportadora o en la mesa de cargado	Asegure que el lubricante sea para uso con transportadora
	Plancha de entrada mal colocada o dañada	Re-establezca o reemplace la platina
	Velocidad de cadena de mesa de cargado muy rápida	Reduzca la velocidad de la cadena
Botellas no son empujadas completamente en las bolsas	Empujadora dobladas o dañadas	Localice y reemplace empujadores
Rechazos repetidos en la mesa de carga	Cubetas dobladas	Ubique y reemplace cubetas dobladas.
Hileras del cargador rotativo no tienen suministro uniforme de botellas	Insuficientes botellas	Reduzca la velocidad la lavadora o aumente cantidad de botellas
	Falta de lubricación en la transportadora o en la mesa de cargado	Asegure que el lubricante sea para uso con transportadora. Verifique que el lubricante sale de los separadores. Aumente flujo.
	Separadores de entrada mal ubicados	Reubique los separadores para mejores resultados.
	Deflectores de transportadora de entrada mal ubicados	Reubique los deflectores para mejores resultados.
	Velocidad de cadena de transportadora de entrada muy lenta	Aumente la velocidad de la transportadora
	Agitadores no funcionan adecuadamente	Repare agitadores
	Uniones de cadena dañadas	Localice y reemplace uniones dañadas.
Cubetas no están completamente llenas de botellas	Algunas hileras vacías	Ver problema # 4
	Empujadores doblados o dañados	Localice y reemplace empujadores
	Mucha presión en las hileras de botellas	Ver problema # 4
	Uno o más dedos empujadores dañados	Repare o reemplace brazos.
Motores no andan	Uno o más interruptores están abiertos.	Luces identificaran el interruptor abierto

PROBLEMA	CAUSA PROBABLE	CORRECCIÓN
Rociado por encima ausente o escaso	Boquillas tapadas o bloqueadas	Revise o reemplace
	Baje presión de bomba	Revise y corrija
	Válvulas reguladoras mal ajustadas	Revise y corrija
Rociado por abajo ausente o escaso	Válvula eléctrica del agua fresca defectuosa	Revise y corrija
Botellas aparecen en la descarga sin enjuagar	Boquillas obstruidas	Limpiar boquillas
	Cabezas de inyector obstruidas	Limpiar tubería de rociadores
	Centradores de botella dañado	Reemplazar copas centradoras dañadas o que falten
Botellas aparecen en la descarga con cuellos dañados	Botellas dañadas entrando a la lavadora	Inspeccione botellas que entran a la lavadora
Goteo excesivo del deflector de descarga	Planchas no drenan adecuadamente	Limpie planchas
	Salpicado excesivo de los rociadores de agua	Reduzca la presión de los rociados como lo permitan las botellas bien enjuagadas
Fragmentos de etiqueta salen por la descarga	Niveles de solución muy bajos	Llene al nivel apropiado
	Temperatura de los compartimientos ha bajado	Corrija
	Concentración de la solución de la lavadora muy bajo	Agregue solución para aumentar concentración
	Toberas tapadas en la sección de enjuague	Limpie toberas
Botellas se caen a la descarga	Válvulas mal ajustadas	Refiérase al fabricante y ajuste como sea necesario
	Transportadora de descarga mal lubricada	Asegure que el lubricante sea para transportador. Aumente el flujo del lubricante.
	Velocidad de transportadora muy alta	Reduzca la velocidad
	Uniones de transportadora dañadas	Reemplace eslabones dañados
Cantidad de etiquetas sacadas por removedora HLRV es menos que lo normal	Transportadora de descarga mal ubicada con respecto a canales de descarga	Superficie superior del transportador debe estar a 1/32" sobre los canales de descarga.
	Temperaturas de los compartimientos están por debajo de los niveles recomendados	Corrija la causa y ajuste a los valores sugeridos
	Malla de separador está tapada	Ajuste rociado de limpiado
	Bomba apagada	Corrija
Botellas se salen de las cubetas	Niveles de solución muy bajos	Llene al nivel apropiado
	Baja tensión en la cadena transportadora en uno o más compartimientos	Revise tensión en todos los compartimientos y redistribuya
Baja tensión de cadena excede 1" en uno o más compartimientos	Cadena transportadora gastada	Reemplace cadena donde se haya estirado más de 5/16" por pie
Motor principal anda pero cadena no se mueve	Insuficiente torque de embrague	Reajuste torque de embrague

PROBLEMA	CAUSA PROBABLE	CORRECCIÓN
Máquina se detiene abruptamente al oprimir el botón de parada	Mucho torque de freno	Reajuste freno
Máquina se detiene después de 5-10 segundos de presionar el botón de parada	Insuficiente torque de embrague	Reajuste torque de embrague
Luz del cargador se enciende	Embrague del cargador desconectado	Quite la obstrucción y reestablezca el embrague del cargador
Luz de deslizadores se enciende	Obstrucción interfiere con los deslizadores	Quite la obstrucción y revise el ajuste de los deslizadores
	Uno o más interruptores defectuosos	Reemplace interruptores
Compartimiento no mantiene temperatura	Insuficiente presión de vapor	Presión del vapor debe estar a 45 psi.
		Revise la válvula de control de prestan
	Coladera antes de la trampa está tapada	Limpie coladera
	Trampa de vapor defectuosa	Revise trampa y reemplace si está defectuosa
	Serpentina de vapor incrustada con pulpa	Limpie serpentina y remueva las incrustaciones
	Válvula de control de prestan defectuosa	Revise y repare
	Válvula manual antes del controlador no está totalmente abierta	Abra válvula manual.
Controlador de temperatura defectuoso	Revise y repare si es necesario	
Nivel de la solución baja en uno o más compartimientos a ciertos períodos de tiempo	Válvula abierta o con escape	Cierre o reemplace válvula
	Nivel el agua muy alto desde el inicio	Baje nivel del agua al nivel recomendado
Rociados de agua no se apagan cuando se detiene la cadena	Válvula neumática atorada en la posición abierta	Repare o reemplace
	Insuficiente presión de aire	Presión del manómetro debe ser 20 psi.

TABLA 3.4 Problemas operacionales y corrección.

Del análisis realizado al historial del mantenimiento correctivo no planificado, se determina que el mayor impacto se genera por la explosión de las botellas debido a la elevada temperatura.

En la tabla 3.5 se muestran los problemas que se relacionados con el fallo, se obtiene una lista de las posibles causas que lo originen.

Problema	Causa Probable	Corrección
Rociado por encima ausente o escaso	Boquillas tapadas o bloqueadas	Revise o reemplace
	Baje presión de bomba	Revise y corrija
	Válvulas reguladoras mal ajustadas	Revise y corrija
Rociado por abajo ausente o escaso	Válvula eléctrica del agua fresca defectuosa	Revise y corrija

TABLA 3.5 Problemas asociados al fallo de explosión de botellas por temperatura elevada.

En el anexo D se detalla la inspección de tanques y sistema de aspersión. En la tabla 3.6 observamos las operaciones a realizar con su frecuencia, tiempo y número de técnicos.

MANTENIMIENTO			
OPERACIÓN	FRECUENCIA (SEMANA)	TTR (MINUTOS)	TÉCNICOS
Inspeccionar estado de bombas de transporte, bomba rociado interior y soplador de aire, confirmar que no exista sonido anormal ni fugas de fluido. Comunicar novedades	2	60	2
Revisar estado de mallas, verificar que no exista perforaciones ni deformaciones, que malla se deslice suave por las guía corredera	2	10	2
Destapar boquillas de rociado en remojo y enjuague final.	2	180	2
Verificar estado de empaque de compuertas, cierre todos los tanques, comprobar que no existan fugas y probar equipos.	2	20	2

TABLA 3.6 Plan de mantenimiento de inspección para tanques y sistema de aspersión

3.5. Monitorizado

La máquina lavadora de botellas de vidrio tiene una pantalla donde se observa el estado de las variables de temperatura y estado de las bombas. En la figura 3.15 se muestra un esquema de los puntos de monitorizado.

El sistema viene integrado con alertas de fallos pero en la actualidad los avisos no se consideran urgentes ya que algunos casos son falsos positivos.

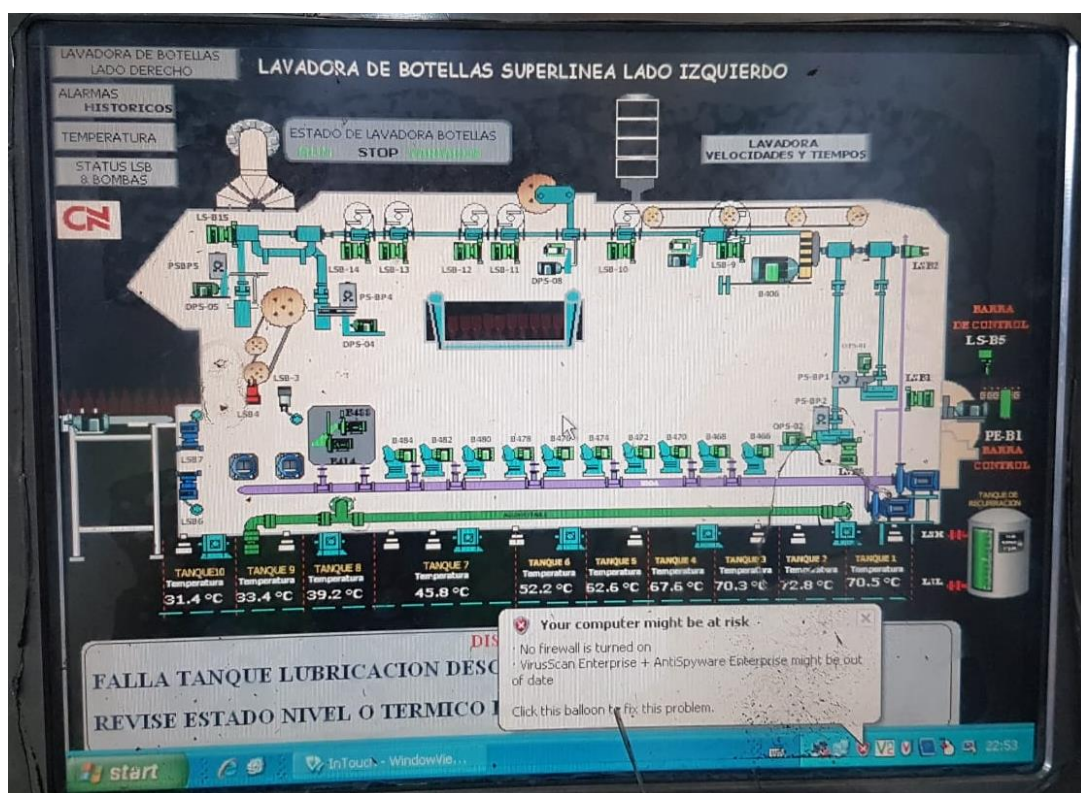


FIGURA 3.15 Pantalla del monitorizado de temperatura y bombas de la máquina lavadora de botellas.

El departamento de proyectos y mantenimiento realizaron una reingeniería e implementaron un sistema de control para el nivel de agua, dosificación de soda y medición de la temperatura en cada etapa de lavado.

En la figura 3.16 se muestra la pantalla con el esquema de la lavadora y puntos de control. Este proyecto tenía como objetivo reducir el consumo de soda y agua, pero se tuvo inconvenientes en la instalación y no se obtuvo los resultados deseados, se presentaron problemas en la parte de control por lo tanto decidieron deshabilitar algunos dispositivos y se lo mantiene como medidor y los cambios se realizan de forma manual.

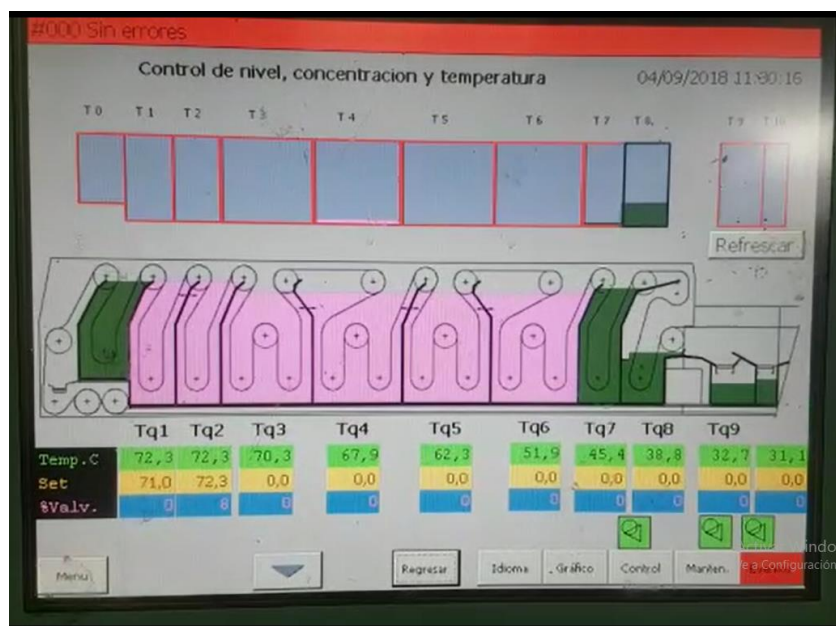


FIGURA 3.16 Pantalla del control de nivel, concentración de soda y temperatura.

CAPÍTULO 4

4. PROPUESTA DE MEJORA

En la tabla 4.1 se observa las propuestas de mejora y los problemas que pueden eliminar. Descripción

		PROPUESTAS DE MEJORA			
		NUEVA ESTRUCTURA PARA EL PLAN DE MANTENIMIENTO	PLANTILLA DE REGISTRO DE MANTENIMIENTOS CORRECTIVOS	CAPACITACIÓN TÉCNICA PARA EL PERSONAL DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO	REHABILITAR EL SISTEMA DE CONTROL DE NIVEL Y TEMPERATURA CON ADQUISICIÓN DE DATOS
PROBLEMAS	COMPLEJA DIVISIÓN DE LOS ACTIVOS	X		X	
	FALTA INFORMACIÓN EN LA PLANIFICACIÓN	X		X	
	INFORMACIÓN NO ADECUADA EN LOS INSTRUCTIVOS DE INSPECCIÓN	X		X	
	DESCRIPCIÓN DE TAREAS NO ESTAN DE FORMA INDIVIDUAL	X			
	NO HAY REGISTRO DE CORRECTIVOS MENORES DE 10 MINUTOS		X		
	NO SE TIENE REGISTRO DE ANÁLISIS DE CAUSA		X		
	CAPACITACIÓN INSUFICIENTE			X	
	SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO SIN FUNCIONAR			X	X
	NO HAY ADQUISICIÓN DE DATOS PARA ANÁLISIS PREDICTIVO				X

TABLA 4.1 Modificación del plan de mantenimiento de inspección para tanques y sistema de aspersion

4.1. Nueva estructura del plan de mantenimiento

En el anexo E se plantea una estructura nueva para el plan de mantenimiento preventivo y en el anexo F el plan de mantenimiento predictivo.

Estas estructuras permiten tener en detalle cada operación indicando las herramientas a utilizar, el tipo de formación del técnico, el repuesto y su costo, el tiempo empleado para la ejecución de las tareas y el precio del costo de hora hombre, el instructivo que pertenece a cada tarea y la frecuencia que se debe realizar.

4.2. Plantilla de registro de mantenimientos correctivos

Para poder tener resultados relevantes para el área de mantenimiento se realiza una plantilla de Excel (Anexo G), donde se podrá registrar los eventos de los correctivos no planificados.

Se debe iniciar con la estandarización de los fallos y causas que se pueden presentar, se debe agregar el TBF (tiempo cuando ocurre un fallo) y TTR (tiempo de reparación) [3], de esta forma se podrá determinar la disponibilidad del equipo, además de obtener un gráfico de Pareto del fallo con mayor impacto en los tiempos de paradas y la cantidad de eventos.

4.3. Capacitación técnica para el personal del área de mantenimiento

Las capacidades del personal son importantes para garantizar la correcta ejecución de las actividades del mantenimiento. Se sugiere tener un sistema de niveles de capacitación, donde el personal fortalezca o aumente sus conocimientos técnicos. (Tabla 4.2)

NIVEL	DURACIÓN		TEMAS	OBJETIVO
	HORARIO	HORAS		
BÁSICO	1 HORA/ 5 DIAS	5	Introducción del funcionamiento de los equipos de cada etapa del proceso de producción.	Saber identificar que equipos pertenecen a cada proceso, así poder evaluar la criticidad de cada uno y jerarquizar los mantenimientos correctivos no planificados.
INTERMEDIO	1 HORA/ 2 DIAS	2	Sistemas de vapor / caldera	Conocer el funcionamiento de todos los elementos que componen a cada tipo de sistema, de esta forma poder identificar el origen de los fallos.
	1 HORA/ 1 DIA	1	Sistemas neumático	
	1 HORA/ 1 DIA	1	Sistemas hidráulicos	
	1 HORA/ 1 DIA	1	Sistema eléctrico	
AVANZADO	1 HORA/ 5 DIAS	5	Sistemas de control/Calibración	Aprender los parámetros de trabajo según las cargas de producción. Saber el proceso de calibración de los equipos de control e instrumentación.
TOTAL	15 DIAS	15		

TABLA 4.2 Temas de la capacitación técnica

4.4.Rehabilitar el sistema de control de nivel y temperatura con adquisición de datos

Para tener un mejor control del equipo se plantea rehabilitar el sistema de control de nivel y temperatura, incorporando la adquisición de datos.

Con la medición de temperatura en todas las etapas de lavado se podrá determinar si existe algún problema en una de las etapas y programar con anticipación su revisión. En la figura 4.1 se muestra el perfil de temperatura según las etapas de lavado y en la tabla 4.3 se observan los rangos admisibles para operar.

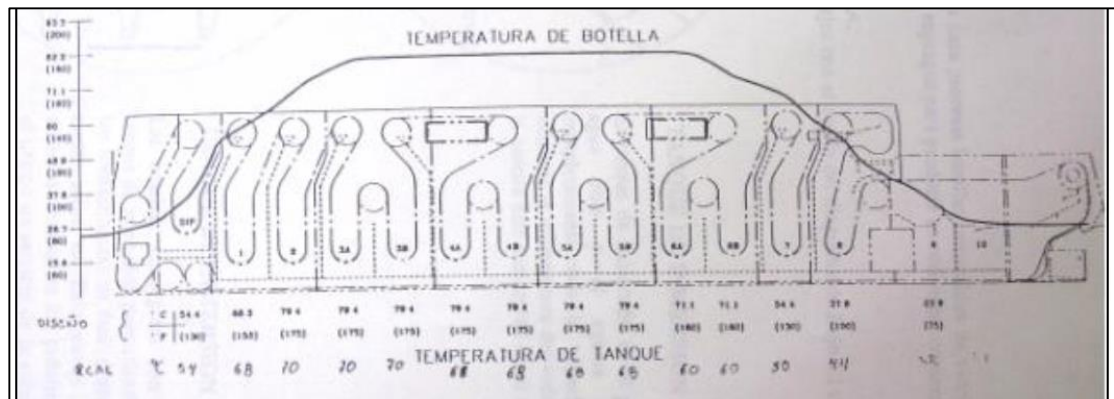


FIGURA 4.1 Perfil de temperaturas interna de la lavadora de botellas.

TANQUE	CAPACIDAD (m3)	TEMPERATURA (°C)
1 CAUSTICO	37,32	70 - 80
2 CAUSTICO	57,1	70 - 80
3 CAUSTICO	57,1	70 - 80
4 POST CAUSTICO	7,77	30 - 60
CAJA 1	2,26	30 - 60
CAJA 2	2,26	<55
ENJUAGUE FINAL		15

TABLA 4.3 Rango de temperaturas por etapas de lavado.

4.5. Implementación

En el anexo F se tiene el cronograma de implementación del plan de mejora para la reingeniería del mantenimiento. En él se detallan las actividades de cada propuesta de mejora, indicando el tiempo requerido para cada una de ellas. El tiempo total será de 5 semanas (33 días) para su culminación.

Para el tema de capacitación del personal se tiene planteado realizar videos técnicos donde de manera didáctica se pueda enseñar al trabajador como es el funcionamiento y la importancia de un equipo.

En parte de la rehabilitación del sistema de control del nivel de agua y temperatura se tendrá que evaluar las condiciones del sistema actual y poder adaptarlo a las necesidades del trabajo actual, adicionando la adquisición de datos, de esta forma se podrá hacer un seguimiento y análisis de las variables y poder diagnosticar futuros fallos.

Para la plantilla en Excel se debe realizar una estandarización de los nombres de los equipos, los fallos o problemas y cuáles serían sus posibles causas. Posteriormente se indicará como realizar el registro en la plantilla y como obtener las gráficas.

CAPÍTULO 5

5. ANÁLISIS ECONÓMICO

5.1. Presupuesto

En la tabla 5.1 se detallan los costos de este proyecto de reingeniería del mantenimiento de una máquina lavadora de botellas para industria cervecera.

Los valores están en dólares americanos.

INVERSIÓN PARA REINGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO					
COSTO DE IMPLEMENTACIÓN		PRECIO UNITARIO [USD]	UNIDADES PERSONAS	HORAS	PRECIO TOTAL [USD]
PROPUESTAS DE MEJORAS	INGENIERÍA Y ANÁLISIS	20,00	1	60	1.200,00
REHABILITACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL Y ADQUISICIÓN DE DATOS	MÓDULO DE ENTRADA	1.000,00	1		1.000,00
	TERMOCUPLAS	20,00	8		160,00
	INSTALACIÓN	1.000,00	1		1.000,00
CAPACITACIÓN	VIDEOS	100,00	6		600,00
	TIEMPO EMPLEADO	2,50	59	15	2.212,50
IMPREVISTOS	20% DEL TOTAL				1.234,50
Presupuesto de Ejecución Material = 7.4070,00 USD					
DIRECCIÓN DE PROYECTO	10% DEL PEM				740,70
I.V.A.	12%				977,72
PRESUPUESTO TOTAL					9.125,42 USD

TABLA 5.1 Costos de inversión

5.2. Análisis del retorno de la inversión

Se tiene aproximado el costo de pérdidas de producción por paradas no planificadas de 30,000.00 dólares por 1 hora de la máquina sin producción, por lo tanto se tendría de promedio 82.700,00 dólares de pérdidas.

En la tabla 5.2 se calculan las pérdidas por el tiempo de paradas no planificadas para cada mes, y después se obtiene un promedio.

MES	MINUTOS	HORAS	PERDIDAS
Enero	227	3,78	\$ 113.500,00
Febrero	58	0,97	\$ 29.000,00
Marzo	221	3,68	\$ 110.500,00
Abril	183	3,05	\$ 91.500,00
Mayo	138	2,30	\$ 69.000,00
PROMEDIO	165,4	2,76	\$ 82.700,00

TABLA 5.2 Pérdidas por paradas no planificadas.

El retorno de la inversión de la implementación de las mejoras propuestas en función del porcentaje de reducción de los tiempos de parada se detalla en la tabla 5.3.

% DE REDUCCIÓN DE MINUTOS DE PARADAS	MINUTOS	HORAS	PERDIDA	AHORRO	MESES
1%	163,746	2,73	\$ 81.873,00	\$ 827,00	11,03
2%	162,092	2,70	\$ 81.046,00	\$ 1.654,00	5,52
3%	160,438	2,67	\$ 80.219,00	\$ 2.481,00	3,68
4%	158,784	2,65	\$ 79.392,00	\$ 3.308,00	2,76
5%	157,13	2,62	\$ 78.565,00	\$ 4.135,00	2,21
6%	155,476	2,59	\$ 77.738,00	\$ 4.962,00	1,84
7%	153,822	2,56	\$ 76.911,00	\$ 5.789,00	1,58
8%	152,168	2,54	\$ 76.084,00	\$ 6.616,00	1,38
9%	150,514	2,51	\$ 75.257,00	\$ 7.443,00	1,23
10%	148,86	2,48	\$ 74.430,00	\$ 8.270,00	1,10

TABLA 5.3 Retorno de la inversión variando el porcentaje de reducción de tiempo de paradas no planificadas.

En el gráfico 5.1 se aprecia como varia el tiempo de retorno de la inversión según el porcentaje de reducción de los tiempos de mantenimiento correctivo no planificado

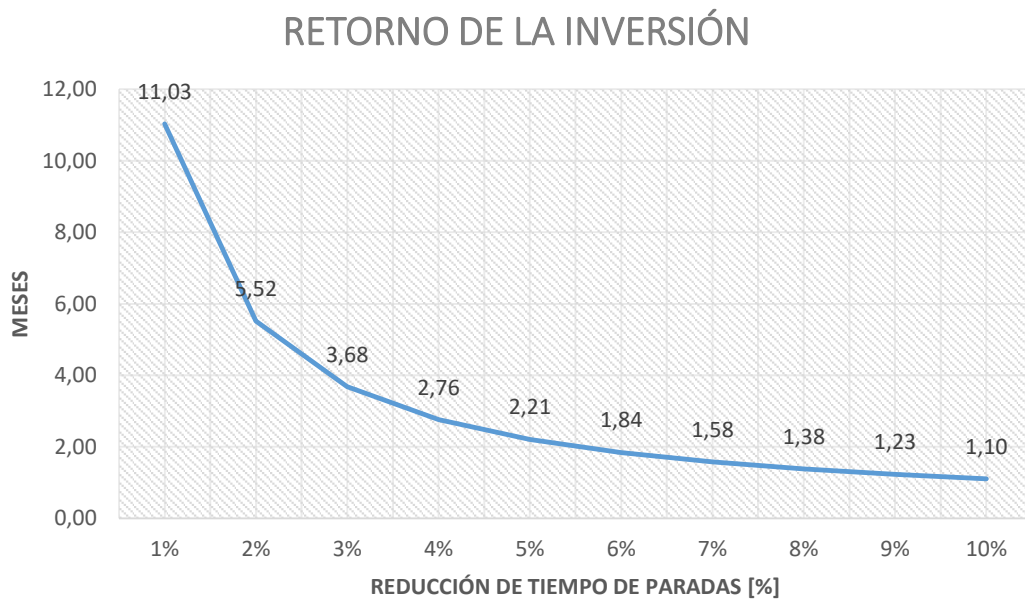


Gráfico 5.1 Porcentaje de reducción de paradas no planificadas vs tiempo de retorno de inversión

Considerando una reducción del 2% en tiempo de pérdidas, se obtiene una disminución de 1.654,00 dólares, por lo tanto su retorno de inversión será en 6 meses.

ANEXO A – Ruta de inspección mecánica

RUTA DE INSPECCION MECANICA (Revisión Periódica de Pérdidas y Ajustes)

Equipo : LINEAS DE SERVICIOS
 Semana: 19
 Técnico Responsable: Martín Muñoz
 Ingeniero Responsable: Jaime Aparicio

Fecha de Elaboración: 10-may-08
 Fecha de Ejecución: 14-may-18

DIAGNOSTICO
OK: Normal; X: Corregir

It.	Elemento	Diagnóstico						Observaciones
		Fugas	Aislamiento	Válvulas	Bridas	Manómetros	Trampas	
LINEAS DE VAPOR Y CONDENSADO								
1	Distribuidores y tuberías de pasarela central (incluye purga)							
2	Sector CIP de envasadoras Krones L1							
3	Lavadora botellas Barry Wehmiller							
4	Pasteurizador Barry Wehmiller							
5	Sector CIP de envasadoras Krones L2							
6	Sector CIP de envasadoras Krones L3							
7	Lavadora botellas Krones							
8	Pasteurizador HK - L2							
9	Pasteurizador GEBO - L3							
LINEAS DE AGUA (SUAVIZADA Y POZO)		Fugas	Válvulas	Manómetros	Conectores	Filtros	Reguladores	
12	Tuberías de pasarela central							
13	Tomas aseo línea 1, línea 2 y línea 3.							
14	Tuberías y válvulas diafragma de lavadora Barry Wehmiller L1							
15	Bombas centrífugas lavadora y pasteurizador Barry Wehmiller L1							
16	Bombas centrífugas lavadora Krones y pasteurizador HK L2							
17	Bombas centrífugas pasteurizador GEBO L3							
18	Tuberías y válvulas diafragma de lavadora Krones L2							
19	Bombas de vacío y HDE de envasadoras Krones L1							
20	Bombas de vacío y HDE de envasadoras Krones L2 y L3.							
LINEAS DE SODA CAUSTICA		Fugas	Válvulas	Compuertas	Estopas	Tuberías		
20	Bomba y reservorio principal de soda al 50%							
21	Bombas y reservorios de soda recuperada (superlínea y línea 3)							
22	Tuberías y reservorio soda al 50% de lavadora Barry Wehmiller L1							
23	Tuberías y reservorio soda al 50% de lavadora Krones L2							
24	Tanques de inmersión lavadora Barry Wehmiller L1							
25	Tanques de inmersión lavadora Krones L2							
26	Sistema extractor etiquetas lavadora Barry Wehmiller (incluye bombas alto flujo)							
27	Sistema extractor etiquetas lavadora Krones							
AMPLIACION DE NOTAS								




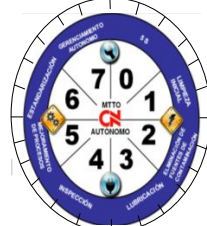
Nota: Las frecuencias de inspección (FI) están en semanas. Solo se ejecutan las tareas marcadas con X en la columna de inspección (Insp.)
 En caso de fuga, marcar con marbete el sitio exacto donde está la fuga y colocarle comentario.

Ejecutó (Técnico)

—


Aprobó (Jefe Mto.)


ANEXO B – Mantenimiento autónomo

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO															
	FECHA	La seguridad es su responsabilidad. Use EPP's. Siga todas las instrucciones de cierre, permiso y seguridad cuando sea necesario. No proceda a menos que haya recibido formación de inducción de seguridad básica.										MÁQUINA	LAVADORA DE BOT.	RESPONSABLE	
MES	SEMANA											MARCA	BARRY WEHMILLER	TÉCNICO OPERADOR LAVADORAS DE BOTELLAS	
												SERIE	8882		
		NOMINAL	100.000 BPM												
ESTÁNDAR DE LIMPIEZA															
ASEO PROFUNDO															
DESCRIPCIÓN	ASEO QUINCENAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
Limpieza profunda tq's 0-10	P														
Duchas de enjuague	R														
Escotillas tq's 1-5	P														
Compactador Etiquetas	R														
Transportadores etiquetas	P														
	R														
P	PLANIFICADO														
R	REALIZADO														
MATERIALES A UTILIZAR															
Item	Implementos	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
1.	Mypall	2	2												
2.	Tracho colector para basura	1	1												
3.	Escoba	3	3												
4.	Trapeador	1	1												
5.	Manguera para aseo	1	1												
															
CICLO DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO															
															
NIVEL DE BLOQUEO															
Actividad	SAVI	LOTO	Energías												
Mantenimiento - Inyección malajina	X		Todos												
Aseo Sólido de la máquina	X		Todos												
Lubricación	X		SA, EA, DP1												
Trabajo en perforaciones o caldera	X		Todos. Línea de CI. Inyección y delimita área												
SUGERENCIAS PARA MANTENIMIENTO															
AVISO N°	DESCRIPCIÓN DE NOVEDAD	REVISADO	EFECTUADO	PENDIENTE											

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO																								
			FECHA			MÁQUINA			RESPONSABLE															
			MES			LAVADORA DE BOT.			TÉCNICO OPERADOR															
			SEMANA			MARCAS			SERIE															
						NOMINAL																		
ESTANDAR DE HERRAMIENTAS																								
La seguridad es su responsabilidad. Use EPP's. Siga todas las instrucciones de cierre, permiso y seguridad cuando sea necesario. No proceda a menos que haya recibido formación de inducción de seguridad básica.																								
INSPECCION DIARIA																								
ITEMS	DESCRIPCIÓN	Marca	Cantidad	LUNES			MARTES			MIÉRCOLES			JUEVES			VIERNES			SÁBADO			DOMINGO		
				TURNOS	TURNOS	TURNOS	TURNOS	TURNOS	TURNOS	TURNOS	TURNOS	TURNOS	TURNOS	TURNOS	TURNOS	TURNOS	TURNOS	TURNOS	TURNOS	TURNOS	TURNOS			
1	Armario de A / I de 1 x1m	SM	1																					
2	Candado 2"	Viro	1																					
3	Llave mixta b/c 1-1/4"	Stanley	1																					
4	Llave mixta b/c 1-1/8"	Stanley	1																					
5	Llave mixta b/c 1-1/16"	Stanley	1																					
6	Llave mixta b/c 15/16"	Stanley	2																					
7	Llave mixta b/c 3/4"	Stanley	2																					
8	Llave mixta b/c 11/16"	Stanley	2																					
9	Llave mixta b/c 5/8"	Stanley	1																					
10	Llave mixta b/c 9/16"	Stanley	2																					
11	Llave mixta b/c 1/2"	Stanley	2																					
12	Llave mixta b/c 3/8"	Stanley	1																					
13	Lima plana	Bahco	1																					
14	Juego de sacavichas int/ext grande	Proto	1																					
15	Martillo 2lbs	Stanley	1																					
16	Cinzel largo de 3/4"	Stanley	1																					
17	Palanca de fuerza mando 1/2"	Stanley	1																					
18	Palanca/fuerza mando 3/4" #1	SONIC	1																					
19	Extensión rache 10" mando 1/2"	Stanley	1																					
20	Extensión rache 5" mando 1/2"	Stanley	1																					
21	Destornillador plano grande 3/8"	Stanley	2																					
22	Playo de presión de 10"	Stanley	1																					
23	Botador de 7/32"	Proto	1																					
24	Llave para tubo de 18"	Stanley	1																					
25	Arco de sierra # 8 de 12"	Stanley	1																					
26	Juego llaves allen PULGADAS	Stanley	1																					
27	Llave allen Larga 3/4"	Force	1																					
28	Llave allen larga 1/2"	SM	1																					
29	Llave allen larga 3/8"	Stanley	1																					
30	Allen 5/16"	Stanley	1																					
31	Dado 1-5/16"	SONIC	1																					
32	Dado 15/16"	Stanley	1																					
33	Dado 3/4"	Stanley	1																					
34	Dado 1 1/16"	Stanley	1																					
35	Dado 5/8"	Stanley	1																					
36	Dado 3/16"	Stanley	1																					
37	Dado 1/2"	Stanley	1																					
38	Dado 3/8"	Stanley	1																					
X	NO CONFORME																							
✓	CONFORME																							

SUGERENCIAS PARA MANTENIMIENTO			
AVISO N°	DESCRIPCIÓN DE NOVEDAD	REVISADO	EJECUTADO

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO																															
	FECHA		La seguridad es su responsabilidad. Use EPP.s. Siga todas las instrucciones de cierre, permiso y seguridad cuando sea necesario. No proceda a menos que haya recibido formación de inducción de seguridad básica.						ACTIVO		RESPONSABLE																				
	MES								MACURNA	LAVADORA DE BOT.		TÉCNICO OPERADOR LAVADORAS DE BOTELLAS																			
	SEMANA								MARCA	BARRY WEHMILLER																					
			SERIE	892																											
			NOMINAL	108.000 BPH																											
ESTANDAR DE INSPECCIÓN																															
INSPECCIÓN DE TEMPERATURAS Y CONCENTRACIÓN DE SODA										CRITERIOS A UTILIZAR																					
DESCRIPCIÓN		turno	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="background-color: #ffff00;">V</td><td style="background-color: #ffff00;">O</td><td style="background-color: #ffff00;">S</td><td style="background-color: #ffff00;">O</td></tr> <tr><td style="background-color: #008000;">E</td><td style="background-color: #008000;">I</td><td style="background-color: #008000;">E</td><td style="background-color: #008000;">L</td></tr> <tr><td style="background-color: #008000;">R</td><td style="background-color: #008000;">R</td><td style="background-color: #008000;">N</td><td style="background-color: #008000;">E</td></tr> <tr><td style="background-color: #008000;"></td><td style="background-color: #008000;">I</td><td style="background-color: #008000;">T</td><td style="background-color: #008000;">R</td></tr> <tr><td style="background-color: #008000;"></td><td style="background-color: #008000;">R</td><td style="background-color: #008000;"></td><td style="background-color: #008000;"></td></tr> </table>		V	O	S	O	E	I	E	L	R	R	N	E		I	T	R		R		
V	O	S	O																												
E	I	E	L																												
R	R	N	E																												
	I	T	R																												
	R																														
TEMPERATURA Y CONCENTRACIÓN DE SODA EN TANQUES		1																													
		2																													
		3																													
VARIABLES		TANQUES																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																				
Soda %		1 - 2,5	1 - 2,5	1 - 2,5	1 - 2	1 - 2	<=1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1																				
TEMP. °C		68-78	68-78	68-75	65-70	65-70	60-65	50-60	42-52	35-45	<=40																				
X CONFORME																															
√ NO CONFORME																															
INSPECCIÓN DIARIA																															
PUNTO	CONDICIÓN	turno	LUNES	MARTES	MÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO																						
Guardas revestimiento protector microsc de seguridad	Verificar estado	1																													
	Señal no esta simulada	2																													
		3																													
Lubricación cadena viejera y cadena TT carga	Boquillas limpias sin solidos	1																													
		2																													
		3																													
Sistema Enjuague	Copas rotatorias completas alineadas en buen estado	1																													
		2																													
		3																													
Sistema de enjuague	Verificar que su Accio. No tenga libro Anormal	1																													
		2																													
		3																													
Añador de botellas	Verificar posición y ajuste	1																													
		2																													
		3																													
Bomba alto flujo	Revisar estado de bandas	1																													
		2																													
		3																													
Sistema hidráulico compresor etc...	Piston haga su recorrido	1																													
		2																													
		3																													
Añador de botellas	Verificar estado de Accio. Excéntrica	1																													
		2																													
		3																													
Cadena viejera	Estado de canasto y botellas	1																													
		2																													
		3																													
X NO CONFORME																															
√ CONFORME																															
INSPECCIÓN DE ESTANQUEIDAD																															
DESCRIPCIÓN	turno	LUNES	MARTES	MÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO																							
BOMBAS	1																														
	2																														
	3																														
ACEITE	1																														
	2																														
	3																														
AIRE	1																														
	2																														
	3																														
SODA TANQUES	1																														
	2																														
	3																														
X EXISTE FUGA																															
√ NO EXISTE FUGA																															
SUGERENCIAS PARA MANTENIMIENTO																															
AVISO N°	DESCRIPCIÓN DE NOVEDAD							REVISADO	STATUS	PENDIENTE																					



CICLO DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

NIVEL DE BLOQUEO			
Actividad	SAM	LOTO	Energías
Mantenimiento / Intervención máquina	X	X	Todas
Aseo/Sucio de la máquina	X	X	Todas
Lubricacion	X	X	E-1, E-2, Cp-1
Trabajo en purgaceros o cadena	X	X	Todas. Line de E-1 tipo canasto y retirar ana

ANEXO C – Cálculo de indicadores de mantenimiento

Preventive Maintenance Completion Rate

Definition	PG-K1640 - This measure will reflect a percentage of the Shutdown PM's that were planned and how many were completed. <u>Weighting: PL-S0090</u>	Units
		%

Formula components	Shutdown PM Tasks Completed	KPI_codes	Shutdown PM Tasks Scheduled	KPI_codes
		PG-R5508		PG-R5507
Formula component definitions	A measure of the Preventive Maintenance tasks for SHUTDOWN PM's ONLY that are completed.		A measure of the Scheduled Preventive Maintenance tasks for SHUTDOWN PM's only that are scheduled to be completed.	
Additional Information	Shutdown PM's are considered to be PM routines performed while the equipment is in idle condition. Shutdown PM's can include periodic, routine, lubrication and predictive routines, shutdown PM's exclude running PM's.			

Formula	$PG-K1640 = 100 * (PG-R5508 / PG-R5507)$
---------	--

ABInBev

Activar Wind
Ve a Configuración

MTBF (Mean Time Between Failure)

Definition	PG-K1660 - This is a measure of the machines reliability in reference to the mean time between failure. This KPI can be calculated for a specific piece of equipment area or department. <u>Weighting: PG-R0090</u>	Units
		Min

Formula components	Line Efficiency Time (LET)	KPI_codes	Total number of functional failures over the same time interval	KPI_codes
		PG-R0090		PG-R1661
Formula component definitions	LET = (Loading Time (LT) - External Causes) The Line Efficiency Time (LET) is the time period the equipment is expected to be running in an isolated situation. The external causes are not taken into account. During this time period, the operational team (supervisor, operator, technician) takes full responsibility. PG-R0090 = PP-R0090+PB-R0090+PS-R0090+PK-R0090+PC-R0090 PP-R0090: PET - Line Efficiency Time (LET) PB-R0090: Bottling - Line Efficiency Time (LET) PS-R0090: Special Kegging - Line Efficiency Time (LET) PK-R0090: Kegging - Line Efficiency Time (LET) PC-R0090: Canning - Line Efficiency Time (LET)		Number of functional failures of a specified piece of equipment in a specific time period. PG-R1661 = PP-R1661+PB-R1661+PS-R1661+PK-R1661+PC-R1661 PP-R1661: PET - Total number of functional failures over the same time interval PB-R1661: Bottling - Total number of functional failures over the same time interval PS-R1661: Special Kegging - Total number of functional failures over the same time interval PK-R1661: Kegging - Total number of functional failures over the same time interval PC-R1661: Canning - Total number of functional failures over the same time interval	

Formula	$PG-K1660 = (PG-R0090 / PG-R1661) * 60$
---------	---

ABInBev

Activar Wind
Ve a Configuración

Mean Time to Repair (MTTR) - Global Consolidation at plant level (1/2)


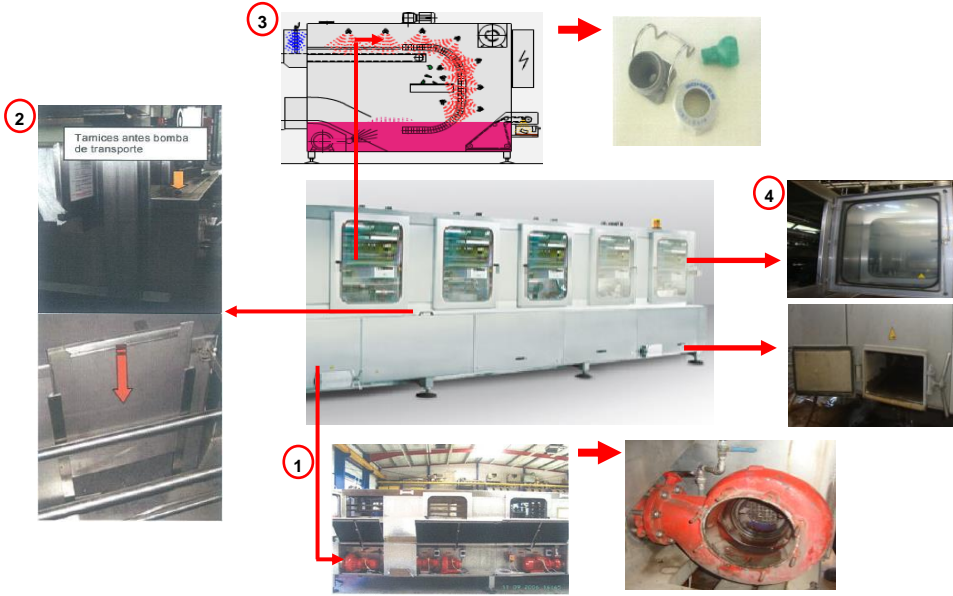
Definition	PG-K1670 - This is a measure of the machines maintainability, which is the ease and speed with which any maintenance activity can be carried out to restore a defective item to a specified condition. <u>Weighting: PL-S0090</u>	Units
		Min

Formula components	Bottling - Sum of the total repair time for each functional failure over a time interval	KPI_codes	Canning - Sum of the total repair time for each functional failure over a time interval	KPI_codes
		PB-R1671		PC-R1671
Formula component definitions	Bottling - Sum of the total repair time for each functional failure over a time interval.		Canning - Sum of the total repair time for each functional failure over a time interval.	

Formula components	Kegging - Sum of the total repair time for each functional failure over a time interval	KPI_codes	PET - Sum of the total repair time for each functional failure over a time interval	KPI_codes
		PK-R1671		PP-R1671
Formula component definitions	Kegging - Sum of the total repair time for each functional failure over a time interval.		PET - Sum of the total repair time for each functional failure over a time interval.	

Formula	$PG-K1670 = (PB-R1671+PC-R1671+PK-R1671+PP-R1671+PS-R1671)/(PB-R1661+PC-R1661+PK-R1661+PP-R1661+PS-R1661)$			
---------	--	--	--	--

ANEXO D – Inspección de tanques y sistema de aspersión.

	Instructivo de inspecciones mecánicas Embotellado planta Guayaquil.																														
INSPECCIÓN TANQUES Y SISTEMA DE ASPERCIÓN	Instrucción TR 100-2L1R002																														
																															
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th style="width: 5%;">Item</th> <th style="width: 60%;">Actividad</th> <th style="width: 10%;">Frec.</th> <th style="width: 10%;">Tiempo</th> <th style="width: 5%;">Pers</th> <th style="width: 5%;">Eject</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">01</td> <td>Inspeccionar estado de bombas de transporte, bomba rociado interior y soplador de aire, confirmar que no exista sonido anormal ni fugas de fluido. Comunicar novedades</td> <td style="text-align: center;">2 sem</td> <td style="text-align: center;">1:00</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">02</td> <td>Revisar estado de mallas, verificar que no exista perforaciones ni deformaciones, que malla se deslice suave por las guía corredera</td> <td style="text-align: center;">2 Sem</td> <td style="text-align: center;">0:10</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">03</td> <td>Destapar boquillas de rociado en remojo y enjuague final.</td> <td style="text-align: center;">2 Sem</td> <td style="text-align: center;">3:00</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">04</td> <td>Verificar estado de empaque de compuertas, cierre todos los tanques, comprobar que no existan fugas y probar equipos.</td> <td style="text-align: center;">2 Sem</td> <td style="text-align: center;">0:20</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Item	Actividad	Frec.	Tiempo	Pers	Eject	01	Inspeccionar estado de bombas de transporte, bomba rociado interior y soplador de aire, confirmar que no exista sonido anormal ni fugas de fluido. Comunicar novedades	2 sem	1:00	2		02	Revisar estado de mallas, verificar que no exista perforaciones ni deformaciones, que malla se deslice suave por las guía corredera	2 Sem	0:10	2		03	Destapar boquillas de rociado en remojo y enjuague final.	2 Sem	3:00	2		04	Verificar estado de empaque de compuertas, cierre todos los tanques, comprobar que no existan fugas y probar equipos.	2 Sem	0:20	2	
Item	Actividad	Frec.	Tiempo	Pers	Eject																										
01	Inspeccionar estado de bombas de transporte, bomba rociado interior y soplador de aire, confirmar que no exista sonido anormal ni fugas de fluido. Comunicar novedades	2 sem	1:00	2																											
02	Revisar estado de mallas, verificar que no exista perforaciones ni deformaciones, que malla se deslice suave por las guía corredera	2 Sem	0:10	2																											
03	Destapar boquillas de rociado en remojo y enjuague final.	2 Sem	3:00	2																											
04	Verificar estado de empaque de compuertas, cierre todos los tanques, comprobar que no existan fugas y probar equipos.	2 Sem	0:20	2																											
_____ Orden de trabajo	_____ Responsable																														
Tiempo programado 02 Sem 4:30																															

BIBLIOGRAFÍA

- [1] 6 junio 2018. [En línea]. Available: <http://image.slidesharecdn.com/cevvezafinal-130105145540-phpapp02/95/cevvezafinal-18-638.jpg?cb=1357397785>.
- [2] «francicoandres coaching & consulting,» 7 septiembre 2018. [En línea]. Available: <http://www.franciscoandres.com/oeo-indicador-clave-del-lean-manufacturing/oeo/>.
- [3] V. M. -. B. T. -. P. Olmeda, de *FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO*, Valencia, UNIVERSITAT POLITÈNICA DE VALÈNCIA, 1999.