



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PRÁCTICA PROFESIONAL

MANTENIMIENTO DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

CERVECERÍA HONDUREÑA

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

21311080 JOSÉ RAÚL FERNÁNDEZ BUESO

ASESOR: HEGEL LÓPEZ

CAMPUS SAN PEDRO SULA

DICIEMBRE DE 2018

Dedicatoria y agradecimiento

Primeramente, agradecer a Dios por permitirme llegar a este punto de mi vida en el que estoy dando conclusión a mi carrera universitaria.

Del mismo modo quisiera agradecer a mi madre Suyapa Del Carmen Bueso por el cariño que me ha dado y ser la persona que me ha apoyado emocional y moralmente a lo largo de mi carrera, a la memoria de mi padre José Fernández Barrios que a través del cariño y enseñanzas que dejó en mí logre mantener el sentido del compromiso y responsabilidad con la educación y mi familia.

Un agradecimiento especial para mi hermano Edgardo Iván Fernández Asturias, quien me apoyo económicamente para lograr esta meta tan importante que sirve para el desarrollo de mi formación profesional, también le agradezco por ser mi ejemplo a seguir y enseñarme a ser una persona cumplida y honesta.

Agradezco también a mi hermano Héctor Efrén Sánchez Bueso por estar siempre apoyándome y animándome.

Agradezco a mi abuela María Amada Bueso Cruz por estar siempre pendiente de mi estado de ánimo y de mi bienestar.

Agradezco a todos mis familiares y amigos que siempre me apoyaron, aconsejaron y me demostraron su aprecio y buenos deseos, agradecerles a aquellas personas que me mantuvieron siempre en sus oraciones.

Y agradezco a los catedráticos que formaron parte fundamental de mi desarrollo profesional.

Índice de Contenido

I. INTRODUCCIÓN	1
II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	2
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	2
2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO	3
2.4 OBJETIVOS.....	3
2.4.1 Objetivo general	3
2.4.2 Objetivos específicos	3
III. MARCO TEÓRICO	4
3.1 DEFINICIÓN DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN	6
3.2 PROCESO DE ENVASADO EN LAS LÍNEAS DE BOTELLA	7
3.2.1 Depaletizadora	7
3.2.2 Desempacadora	8
3.2.3 Lavadora de cajas.....	8
3.2.4 Lavadora de botellas vacías.....	9
3.2.5 EBI's (Empty bottle inspect)	9
3.2.6 Pasteurizador flash.....	9
3.2.7 Llenadora.....	10
3.2.8 Coronador.....	11
3.2.9 Pasteurizador túnel.....	11
3.2.10 Etiquetadoras	11
3.2.11 Empacadora	11
3.2.12 Paletizadora	12
3.3 MANTENIMIENTO	12
3.4 TIPOS DE MANTENIMIENTOS	13
3.4.1 Correctivo.....	13
3.4.2 Predictivo.....	13
3.4.3 Preventivo	14
3.5 PLAN DE MANTENIMIENTO.....	14
3.6 CALIBRACIÓN	15
3.7 CONTROL DE CALIDAD.....	15
3.8 CAPACITACIONES	16
3.9 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE	17

IV. METODOLOGÍA.....	19
4.1 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.....	19
4.1.1 Variables Independientes.....	19
4.1.2 Variables Dependientes.....	19
4.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTACIÓN APLICADOS.....	19
4.3 FUENTES DE INFORMACIÓN.....	20
4.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	21
V. DESCRIPCIÓN DE TRABAJO DESARROLLADO.....	22
5.1 PANELES ELÉCTRICOS EN LÍNEAS DE PRODUCCIÓN.....	22
5.2 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO.....	24
5.3 DIAGRAMAS ELÉCTRICOS DE VARIADORES ASIGNADOS AL TRANSPORTE DE BOTELLA.....	26
5.4 CAPACITACIONES.....	27
5.5 MEDICIONES DE SEÑAL MEDIANTE OSCILOSCOPIO.....	28
5.6 MONITOREO DEL FUNCIONAMIENTO DEL PASTEURIZADOR FLASH.....	30
5.7 RANGOS DE MANÓMETROS EN LA LÍNEA 1 DE PRODUCCIÓN.....	31
5.8 PRUEBA DE CALIDAD EN LAS EBI'S (EMPTY BOTTLE INSPECT).....	31
5.9 PLANEACIÓN DE MANTENIMIENTO.....	33
5.10 CATALOGO.....	36
5.11 CALIBRADOR DE PROCESOS.....	38
VI. CONCLUSIONES.....	40
VII. RECOMENDACIONES.....	41
BIBLIOGRAFÍA.....	42
ANEXOS.....	44

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. 7 pilares del estándar VPO	5
Ilustración 2. Censo del estado de los paneles eléctricos en las líneas de producción	23
Ilustración 3. Diagramas ubicados en los paneles de la lavadora de botellas de la Línea 3 de producción.....	24
Ilustración 4. Sensor inductivo de la Línea 3 de producción.....	25
Ilustración 5. Sensor ultrasónico - Emisor.....	25
Ilustración 6. Fococelda de la Línea de producción	25
Ilustración 7. Diagrama eléctrico de variador FBM 1 - Danfoss.....	26
Ilustración 8. SOP - Ajuste del punto cero del encoder de la llenadora de la línea 2 de producción.....	27
Ilustración 9. SOP - Ajuste del punto cero de la multi empacadora Kister de la Línea 2 de producción.....	28
Ilustración 10. Trenes de pulso del encoder de la llenadora de la Línea 1 de producción - Canal A impulso mediano - Canal Impulso corto.....	29
Ilustración 11. Trenes de pulsos del encoder de la llenadora de la Línea 1 de producción - Canal A impulso largo - Canal B Impulso mediano.....	29
Ilustración 12. Diagrama de tubería del pasteurizador flash de la Línea 1 de producción.....	30
Ilustración 13. Manómetro con rango asignado - cabezal de la empacadora.....	31
Ilustración 14. Pantalla de ajustes de la EBI 1 de la Línea 1 de producción	32
Ilustración 15. Botella patrón con defecto de vidrio faltante en parte inferior.....	32
Ilustración 16. Plan de mantenimiento - Línea de producción #2	33
Ilustración 17. Planeación de mantenimiento – Actividades correctivas	34
Ilustración 18. Planeación de mantenimiento - Actividades Preventivos.....	35
Ilustración 19. Solicitudes de mantenimientos.....	36
Ilustración 20. Catalogo - Repuestos de Llenadora.....	37
Ilustración 21. Catalogo - Repuestos de Llenadora.....	38
Ilustración 22. Calibrador de procesos - Calibración de manómetro	39
Ilustración 23. Paletizadora - Línea de producción #3.....	44
Ilustración 24. Pantalla de producción - Paletizadora - Línea de producción 3.....	45
Ilustración 25. Variadores Danfoss - Transporte de botellas - Línea de producción #3.....	45
Ilustración 26. Estación de variadores Danfoss - Transporte de botellas - Línea de producción #3	45
Ilustración 27. Inspección de servomotores - Linatronic - Línea de producción #3	45
Ilustración 28. Calibración de manómetro - Calibrador de procesos	45
Ilustración 29. Mantenimiento preventivo de las conexiones de las sondas - Llenadora - Línea de producción #1	45
Ilustración 30. Estación de PLC - Entrenador.....	45
Ilustración 31. Seguimiento de cable - Transporte de botellas - Línea de producción #1	45

Glosario

Embalaje: Caja o cualquier envoltura con que se protege un objeto que se va a transportar.

Fotocelda: sensor que transmite una señal luminosa el cual es retroalimentado por medio de un reflector determinando la presencia de un objeto al haber una interrupción en el haz de luz.

Fórmula: Las marcas de cerveza que producimos, entre ellas Salva Vida, Imperial, Port Royal y Barena.

Guarda: Medidas de seguridad para restringir el acceso a maquinaria en funcionamiento.

HMI: (Human machine Interface) dispositivos encargados de la comunicación entre el ser humano y máquina.

Interfaz: Medio de comunicación entre un dispositivo y otro.

Mezanine: piso superior de poca altura.

Operador: Personal autorizado para operar una maquina designada.

Paletización: Proceso en el que se colocan las cajas llenas en un pallet para su transporte.

Pallet: Plataforma de madera que facilita el almacenamiento de cajas por medio de montacargas.

Presentación: Tamaño del envase de vidrio, entre ellas 355ml, 630ml y 750ml.

I. Introducción

La práctica profesional se desarrolla en Cervecería Hondureña, donde hay grandes oportunidades de aprendizaje en el área de máquinas automátatas que trabajan en base de sensores y actuadores para realizar el proceso de envasado de cerveza, son procesos que necesitan control de ingeniería para el cual el equipo de mantenimiento debe estar capacitado, por lo que es un área propicio para la mecatrónica, en esta área se desarrolla tanto el conocimiento en temas de calibración de equipo como en la de implementación de nuevas tecnologías gradualmente según se dé la oportunidad, adicionando la oportunidad de conocer la nueva línea de producción, es decir, la posibilidad de ver y conocer equipos de ultimo año los cuales cuentan con estándares que iremos conociendo a medida nos vayamos integrando.

Creus (2011) Afirma:

En todos estos procesos, es absolutamente necesario controlar y mantener constantes algunas magnitudes, tales como la presión, el caudal, el nivel, la temperatura, el pH, la conductividad, la velocidad, la humedad, el punto de rocío, etc. Los instrumentos de medición y control permiten el mantenimiento y la regulación de estas constantes en condiciones más idóneas que las que el propio operador podría realizar. (p. 1)

II. Generalidades de la empresa

2.1 Descripción de la empresa

El giro económico de Cervecería Hondureña es la producción, envasado, comercialización y distribución de cervezas, bebidas carbonatadas, jugos y té. Su modelo de negocio está alineado a las prioridades estratégicas de Desarrollo Sostenible de AB-INBEV, diez en total, las cuales garantizan la alta calidad en la manufactura de sus productos y orienta el mercado responsable de sus marcas.

Brindamos calidad en todo momento, porque entendemos las preferencias de detallistas y consumidores. De igual forma, estamos conscientes que para ofrecer una calidad elevada necesitamos el aporte de personas con mucho talento, compromiso y vocación de servicio, capaces de brindar en cada una de nuestras marcas la mejor experiencia al consumidor.

Misión

Nuestra misión es poseer y desarrollar marcas locales e internacionales que sean la primera elección del consumidor.

Visión

Ser la empresa más admirada en la industria cervecera mundial por:

- Su mejor crecimiento a largo plazo
- Crear valor a nivel local
- La calidad de nuestros productos
- Generar bienestar en la sociedad
- Contar con el mejor talento humano

2.2 Descripción del departamento

El departamento de mantenimiento está conformado por un equipo técnico cualificado que se dividen en área eléctrica y mecánica, los cuales cuentan con especialistas para las áreas correspondiente que cumplen la función de supervisores, todos ellos trabajan junto al equipo de planeamiento de mantenimiento que se encargan de llevar un control sobre los procesos y determinar el tiempo requerido para cumplir con el plan de mantenimiento periódico.

El equipo de mantenimiento trabaja en conjunto con el departamento de producción ya que debe haber una comunicación eficiente para lograr dar soporte inmediato cuando se requiera, las fallas en la maquinaria durante el proceso de producción siempre están a la orden del día, las cuales tienen que ser atendidas de forma inmediata para disminuir los tiempos de paro y por mantener un tiempo de producción constante.

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

Organizar la parte administrativa de la nueva línea de producción, inventarios, repuestos críticos, planes de mantenimiento y capacitaciones.

2.4.2 Objetivos específicos

- Inventariar y organizar información entregada por el proveedor de la línea nueva.
- Definir repuestos críticos, realizar catálogo de los mismo.
- Participar en desarrollo de planes de mantenimiento para las líneas de producción 1, 2 y 3.
- Capacitación de los técnicos mediante procedimientos operativos estándar de equipos eléctricos utilizados para el desarrollo de mantenimientos.

III. Marco teórico

En esta sección daremos a conocer el departamento de mantenimiento de Cervecería Hondureña en el área de cerveza, esta se encarga de proporcionar oportuna y eficientemente, los servicios que requieren las Líneas de producción en materia de mantenimiento preventivo y correctivo a las instalaciones, así como la contratación de terceros necesaria para el fortalecimiento y desarrollo de las instalaciones físicas de los equipos, esto lleva a que el equipo técnico que conforma el departamento de mantenimiento este altamente capacitado para elaborar todo tipo de mantenimiento requerido en las líneas.

El departamento de mantenimiento trabaja en conjunto con el departamento de producción para mantener una comunicación efectiva y poder dar soluciones rápidamente, para esto como habíamos mencionado se necesita tener la capacitación necesaria, por lo que Cervecería Hondureña se encarga de enviar a su equipo de ingeniería y a su equipo técnico a capacitaciones fuera del país si es necesario, para contar con un equipo técnico con la más alta capacitación en el área.

Jiménez (2004) Afirma:

Surge la necesidad de efectuar revisiones planificadas de la máquina. Para ello se establece un plan de actuación en el que existan unas operaciones que hay que efectuar periódicamente para cada uno de los elementos de cada máquina, en función del tiempo de trabajo y del deterioro que se produce en cada una de ellas. (p. 9)

En Cervecería Hondureña cuentan con lo que es el Voyager Plant Optimisation (VPO), es un programa de mejora continua donde se establece un estándar para la optimización de la planta, este programa cuenta con reuniones de seguridad realizadas al iniciar el día para hacer una retroalimentación sobre los temas de seguridad, donde también se le da la oportunidad al empleado de dar ideas para mejorar su entorno laboral y disminuir el riesgo de accidentes, este espacio también es utilizado para dar anuncios diarios sobre eventos o programaciones realizadas por el equipo de planificación.

Asfahl (2000) Afirma:

Los análisis de los accidentes se profundizan para determinar si accidentes que al principio parecieran causados por "descuidos del trabajador", hubieran sido evitados mediante un rediseño del proceso. Este planteamiento ha aumentado en gran medida la importancia del "enfoque de ingeniería" para enfrentar los riesgos en el lugar de trabajo. (p. 51)

Este programa conlleva 7 pilares y su representación se muestra en la ilustración 1:

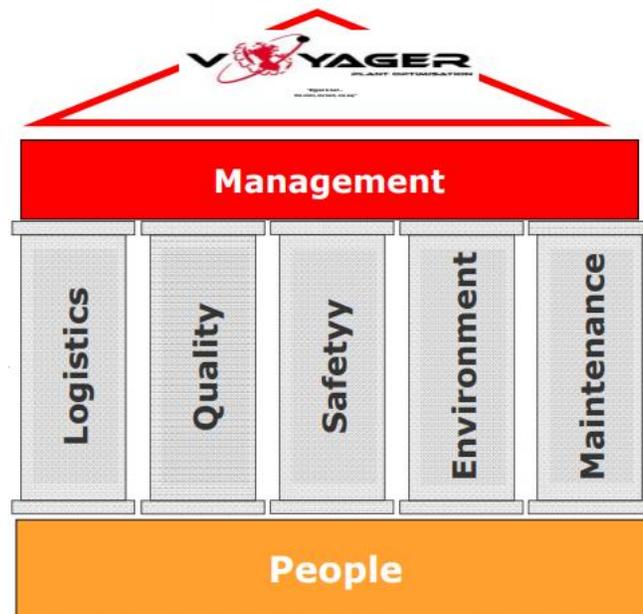


Ilustración 1. 7 pilares del estándar VPO

Fuente: (Internet, 2018)

Nos lleva a seguir un procedimiento ya establecido para realizar nuestro trabajo, este estándar nos dicta el equipo de protección personal (EPP) necesario para poder mantener un nivel de protección apta para mitigar cualquier accidente que pueda ocurrir al personal. Es importante hacer mención del VPO, ya que trabajamos según este estándar, y muchos de los trabajos realizados son por exigencias de la misma.

“Dado que la seguridad y la higiene tratan con lo desconocido, no hay receta que indique los pasos para eliminar los riesgos en el trabajo, sino conceptos o enfoques para reducirlos gradualmente” (Asfahl, 2000, p. 47)

Los trabajos realizados en Cervecería Hondureña son en función de las 3 Líneas de producción, encargadas del envasado de cerveza por lo que es necesario conocer su proceso. Nos apoyaremos del informe del proyecto de graduación realizado con anterioridad, titulado "Implementación de pantalla HMI para paletizadoras de la línea 1 de producción", este aporte nos ayuda a comprender el proceso por el cual pasa la botella.

3.1 Definición de las Líneas de producción

Centrándonos en el área de producción de cerveza, Cervecería Hondureña cuenta con tres líneas de producción de cerveza actualmente, cuyas funciones serán descritas a continuación:

a. Línea 1

Es la primera línea que interviene en el proceso de la elaboración de cerveza en envase de vidrio y por tanto la que más tiempo lleva produciendo con una capacidad de 70,000 botellas/hr a 75,000 botellas/hr siendo capaz también de producir con distintas presentaciones de botella: 355ml, 630ml y 750ml. Esto, debido a constantes mejoras que se le van implementando.

b. Línea 2

Se caracteriza por ser la línea encargada de producir las bebidas en envase de lata como lo son la Coca-Cola, Port royal, Barena, Imperial y Salva Vida.

c. Línea 3

Es la más nueva de las líneas y la cual le da a Cervecería Hondureña un mayor rango en producción para el abastecimiento de cerveza a sectores nuevos, esta línea se encarga al igual que la línea 1 de producir cervezas en envases de vidrio en presentación de 355ml.

3.2 Proceso de envasado en las líneas de botella

Conoceremos el proceso por el cual pasa la botella para la producción de cerveza, este proceso aplica para la línea 1 y 3 de producción.

“Es preciso aclarar que la nueva directiva de máquinas considera a la maquina como un conjunto de subsistemas y elementos que, para conseguir su resultado, están montados y funcionan de forma solidaria.” (Gonzales, 2005, p. 45)

Cada proceso que veremos a continuación cuenta con sus propias guardas de seguridad para el operario, técnico, supervisor, etc. La seguridad es uno de los puntos más importantes tanto dentro de la línea como todos los otros lugares de la empresa debido a que Cervecería Hondureña cuenta constantemente con servicios de contratistas por lo que realizan distintas actividades de mantenimiento o reparación, lo que representa un potencial riesgo para las personas que transitan por las instalaciones, de igual manera debido a que en algunas zonas transitan montacargas.

“La seguridad en el lugar de trabajo es una extensión del concepto de proporcionar un ambiente de trabajo agradable, seguro y cómodo al operador”. (Niebel & Freivalds, 2009, p. 255)

3.2.1 Depaletizadora

Este es el punto inicial de las líneas de envasado, donde un montacarga está encargado de transportar las cajas con envases vacíos a los rodos transportadores de pallet a la entrada de las depaletizadoras, y así iniciando el proceso de depaletización. Por medio de fotoceldas, las depaletizadoras, en este caso el PLC encargado del proceso, detecta la

ubicación del pallet lleno de cajas con envases vacíos, al ocurrir esto, las depaletizadoras cumplen 7 ciclos de descarga cada una debido a que cada pallet transporta 7 planchas de cajas, después de que las cajas con envases vacíos son depaletizadas, son movilizadas por las bandas transportadoras de cajas en dirección al siguiente proceso.

“Robot: Un robot industrial es un manipulador multifuncional reprogramable, capaz de mover materias, piezas, herramientas o dispositivos especiales, según trayectorias variables, programadas para realizar tareas diversas” (Barrientos, Peñín, & Balaguer, 2007, p. 18)

3.2.2 Desempacadora

Luego de haber sido depaletizadas, las cajas con envases vacíos son transportadas en dirección a la desempacadora, la cual cuenta con un cabezal con tulipas, que son las encargadas de sujetar las botellas, elevarlas y colocarlas en la banda transportadora de botellas tomando dirección al siguiente proceso, igualmente la caja en las que se transportaban las botellas cumple otro proceso.

“Cuando uno o varios robots deben trabajar sobre elementos que llegan en un sistema de transporte, la disposición de robots en línea es la más adecuada” (Barrientos, 2007).

3.2.3 Lavadora de cajas

Las cajas vacías son transportadas por las bandas transportadoras hacia la lavadora de cajas que se encarga de enjuagarlas con una mezcla de soda caustica reutilizada de la lavadora de botellas con agua y voltearlas para retirar cualquier tipo de suciedad u objeto extraño. Terminando este proceso se dirige hacia la empacadora para ser reutilizadas.

3.2.4 Lavadora de botellas vacías

Las botellas luego de ser desempacadas son dirigidas hacia la lavadora de botellas por la cual pasan un largo y riguroso proceso de lavado debido a los distintos tipos de suciedades que puedan tener interna o externamente, a cada botella se le inyecta soda caustica repitiéndose varias veces el proceso, pero en menor porcentaje cada vez, llegando a inyectarle únicamente agua fresca al final del proceso.

3.2.5 EBI's (Empty bottle inspect)

Al terminar el proceso de lavado, las botellas se dirigen hacia un proceso de inspección. Las EBI's consisten en una unidad central de procesamiento (CPU) con un lente que analiza el estado físico de la botella como el fondo, cuerpo, cuello y labio, en caso de que se detecte una anomalía como fisura, golpe, mancha o algún objeto extraño, será rechazada y descartada del proceso de envasado.

Gómez Sarduy, Reyes Calvo, & Guzmán del Río (2005) Afirman:

Como control distribuido se emplean sistemas basados en PC, autómatas o controladores de propósito específico para el control local de unos pocos lazos y enlazar todo ello mediante un sistema de comunicaciones al que se conectan también las consolas de operario. (p. 125)

3.2.6 Pasteurizador flash

Este proceso está relacionado con la cerveza directamente, el pasteurizador flash cumple con la función de aumentar la temperatura de la cerveza llegando alrededor de 65 grados Celsius por medio de un intercambiador de calor, luego al alcanzar esta temperatura es enfriado de la misma manera así eliminando las bacterias y otros elementos que puedan dañar la composición de la cerveza, dándole una duración más extensa de su calidad, la pasteurización es el último proceso por el cual pasa la cerveza antes de ser envasada.

“La pasteurización se efectúa entre 72°C y 76°C por 15 segundos (pasteurización de flujo continuo - rápida) o 61 °C a 63° C por 30 minutos (pasteurización discontinua - lenta) seguido de enfriamiento inmediato hasta temperatura de refrigeración.” (Castro Ríos, 2011, p. 59)

3.2.7 Llenadora

La llenadora es considerada el corazón de la línea ya que ahí es donde se produce el momento en el que la cerveza es envasada. Después de que las botellas hayan sido inspeccionadas y seleccionadas las que son aptas para envasar la cerveza, ingresan a la llenadora, la cual tiene válvulas que se encargan de crear un vacío en el envase e inyectar CO₂ para eliminar lo más posible cualquier rastro de oxígeno para así poder ingresar la cerveza.

Este equipo se debe mantener con los máximos estándares de limpieza y seguridad debido a que tiene un movimiento rotativo constante y es donde se ingresa la cerveza al envase haciendo que sea un punto muy delicado, por lo que se encuentra en un espacio encerrado con guardas, a la cual solo se ingresa con equipo higiénico.

Salgado Benítez (2010) Afirma:

Son los procedimientos, técnicas y elementos que se aplican en los centros de trabajo, para el reconocimiento, evolución y control de los agentes nocivos que intervienen en los procesos y actividades de trabajo, con el objeto de establecer medidas y acciones para la prevención de accidentes o enfermedades de trabajo, a fin de conservar la vida, salud e integridad física de los trabajadores, así como evitar cualquier posible deterioro al propio centro de trabajo (p. 14)

3.2.8 Coronador

Está ubicado justo a la salida de la llenadora con el propósito de sellar el envase lo más pronto posible con lo que llamamos corona, las cuales son transportadas mediante una banda magnética hacia la propia máquina, teniendo a la salida del proceso de envasado un rechazador de botellas para las que no cumplen con el rango del nivel de cerveza o no haya sido coronado correctamente.

3.2.9 Pasteurizador túnel

Luego de que se cumple el proceso de envasado, las botellas se dirigen hacia el pasteurizador túnel, por el cual la botella llena al pasar atreves del túnel es empapada con agua a una temperatura de alrededor de 45 grados, para dar una limpieza final a las botellas.

3.2.10 Etiquetadoras

Luego de que las botellas sean bañadas en agua caliente estas son divididas en dos bandas transportadoras, hay que recordar que son una gran cantidad de botellas, por lo que para optimizar el proceso de producción se requiere de por lo menos 2 etiquetadoras, luego de dividir las botellas, cada banda transportadora pasa por un enfilador para efectuar el proceso de etiquetado, al finalizar el etiquetado a la salida se le asigna un código colocado con tinta pigmentada terminando el proceso de envasado y etiquetado.

3.2.11 Empacadora

Teniendo la cerveza envasada y etiquetada ahora solo resta prepararla para su transporte para lo cual llegamos al proceso de empacado, que, con las mismas características de la desempacadora, utiliza un cabezal con tulipas para sujetar y colocar las botellas en las cajas que entraron y pasaron por el proceso de lavado de cajas.

3.2.12 Paletizadora

Llegamos al último proceso de la línea el cual se encarga de paletizar las cajas con el producto elaborado, mediante secuencias por fotoceldas se logra colocar las cajas en las posiciones adecuadas para el agarre de la fila de cajas y ser colocadas correctamente encima del pallet, logrando tener la cerveza lista para su distribución y disfrute de los clientes de Cervecería Hondureña.

3.3 Mantenimiento

El mantenimiento industrial es uno de los ejes fundamentales dentro de la industria, está cuantificado en la cantidad y calidad de la producción, el mismo que ha estado sujeto a diferentes cambios al paso del tiempo, en la actualidad el mantenimiento se ve como una inversión que ayuda a mejorar y mantener la calidad en la producción.

El mantenimiento se define como un conjunto de normas y técnicas establecidas para la conservación de la maquinaria e instalaciones de una planta industrial, para que proporcione mejor rendimiento en el mayor tiempo posible.

“Después de que se haya reunido y analizado la información sobre el proceso, las conclusiones deben transformarse en procedimientos de operación que aseguren el control de los riesgos previstos.” (Creus, 2011, p. 662)

El mantenimiento industrial busca reunir bajo una sola actividad distintas tareas como inspecciones, detecciones, reparaciones y calibraciones, mejoramientos mediante planificación de recursos humanos y el implemento de herramientas para mantener las condiciones adecuadas para el desenvolvimiento óptimo de las maquinarias para la empresa, cabe destacar que toda maquinaria tiene una vida útil definida pero esta vida útil, sólo puede alcanzar en su máxima expresión mediante oportunas revisiones que garanticen el funcionamiento al cien por ciento del equipo.

3.4 Tipos de mantenimientos

3.4.1 Correctivo

Comprende el mantenimiento que se lleva con el fin de corregir los defectos que se han presentado en el equipo.

3.4.1.1 No planificado

Es el mantenimiento de emergencia. Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

3.4.1.2 Planificado

Se sabe con antelación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente

3.4.2 Predictivo

Este mantenimiento está basado en la inspección para determinar el estado y operatividad de los equipos, mediante el conocimiento de valores de variables que ayudan a descubrir el estado de operatividad; esto se realiza en intervalos regulares para prevenir las fallas o evitar las consecuencias de las mismas.

Para este mantenimiento es necesario identificar las variables físicas (temperatura, presión, vibración, etc.) cuyas variaciones están apareciendo y pueden causar daño al equipo. Es el mantenimiento más técnico y avanzado que requiere de conocimientos analíticos y técnicos y necesita de equipos sofisticados.

3.4.3 Preventivo

Es el mantenimiento que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas, y mantener en un nivel determinado a los equipos, se conoce como mantenimiento preventivo directo o periódico, por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo, se basa en la confiabilidad de los equipos.

3.5 Plan de mantenimiento

“Con objeto de establecer un diseño estructurado del sistema, es necesario separar mediante diagramas parciales el modelo global del mismo” (García Moreno, 2001, p. 315)

Un plan de mantenimiento es el conjunto de tareas preventivas a realizar en una instalación con el fin de cumplir unos objetivos de disponibilidad, de fiabilidad, de coste y con el objetivo final de aumentar al máximo posible la vida útil de la instalación. Existen al menos tres formas de elaborar un plan de mantenimiento, es decir, de determinar el conjunto de tareas preventivas a llevar a cabo en la instalación: basarse en las recomendaciones de los fabricantes, basarse en protocolos genéricos o basarse en un análisis de fallos potenciales.

Creus (2011) Afirma:

Los instrumentos se revisan a intervalos regulares de acuerdo con su historial de averías en la planta y las recomendaciones del fabricante. Las revisiones se planifican por anticipado, presumiblemente, en las fechas de paro de la planta y estando el servicio preparado con los aparatos, piezas de recambio y recursos humanos necesarios. (p. 662)

3.6 Calibración

“La metrología es la ciencia de la medición, comprendiendo las determinaciones experimentales y teóricas a cualquier nivel de incertidumbre en cualquier campo de la ciencia y la tecnología”. (Escamilla Esquivel, 2014, p. 9)

La calibración es el proceso de comparar los valores obtenidos por un instrumento de medición con la medida correspondiente de un patrón de referencia (o estándar). Según la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, la calibración es "una operación que, bajo condiciones específicas, establece en una primera etapa una relación entre los valores y las incertidumbres de medida provistas por estándares e indicaciones correspondientes con las incertidumbres de medida asociadas y, en un segundo paso, usa esta información para establecer una relación para obtener un resultado de la medida a partir de una indicación".

Creus (2011) Afirma:

Los transductores reciben una señal de entrada función de una o más cantidades físicas y la convierten modificada a una señal de salida, es decir, convierten la energía de entrada de una forma a energía de salida en otra forma. (p. 24)

3.7 Control de calidad

El control de calidad es el conjunto de los mecanismos, acciones y herramientas realizadas para detectar la presencia de errores.

Ishikawa (1994) Afirma:

Una "norma de calidad" es el nivel de calidad que se puede obtener en vista a los costes y las políticas relativas a los requisitos de los clientes, la capacidad de proceso, y la calidad, si el proceso está realmente controlado y ejerce totalmente su capacidad. (p. 314)

La función principal del control de calidad es asegurar que los productos o servicios cumplan con los requisitos mínimos de calidad. Existe primordialmente como una organización de servicio, para conocer las especificaciones establecidas por la ingeniería del producto y proporcionar asistencia al departamento de fabricación, para que la producción alcance estas especificaciones. Como tal, la función consiste en la recolección y análisis de grandes cantidades de datos que después se presentan a diferentes departamentos para iniciar una acción correctiva adecuada.

Todo producto que no cumpla las características mínimas para decir que es correcto, será eliminado, sin poderse corregir los posibles defectos de fabricación que podrían evitar esos costos añadidos y desperdicios de material.

“Por bien que pueda estar controlado un proceso, el porcentaje de unidades defectuosas en los lotes de productos expedidos o aceptados está sometido a la dispersión, y no es infrecuente que varíe”. (Ishikawa, 1994, p. 401)

Para controlar la calidad de un producto se realizan inspecciones o pruebas de muestreo para verificar que las características de este sean óptimas. El único inconveniente de estas pruebas es el gasto que conlleva el control de cada producto fabricado, ya que se eliminan los defectuosos, sin posibilidad de reutilizarlo.

3.8 Capacitaciones

Capacitación, o desarrollo de personal, es toda actividad realizada en una organización, respondiendo a sus necesidades, que busca mejorar la actitud, conocimiento, habilidades o conductas de su personal.

La necesidad de capacitación surge cuando hay diferencia entre lo que una persona debería saber para desempeñar una tarea, y lo que sabe realmente.

Estas diferencias suelen ser descubiertas al hacer evaluaciones de desempeño, o descripciones de perfil de puesto.

“A través de entrenamiento, campañas, videos y equipo de protección requerido según las actividades, se disminuirán en gran medida los accidentes dentro de la empresa”(Salgado Benítez, 2010, p. 41)

Dados los cambios continuos en la actividad de las organizaciones, prácticamente ya no existen puestos de trabajo estáticos. Cada persona debe estar preparado para ocupar las funciones que requiera la empresa. El cambio influye sobre lo que cada persona debe saber, y también sobre la forma de llevar a cabo las tareas.

Una de las principales responsabilidades de la supervisión es adelantarse a los cambios previendo demandas futuras de capacitación, y hacerlo según las aptitudes y el potencial de cada persona.

“Sin trabajadores calificados, las tasas de producción serían menores, la calidad del producto más deficiente y la productividad global más baja”. (Niebel, 2009, p. 525)

3.9 Controlador Lógico Programable

Un controlador lógico programable, más conocido por autómata programable, es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas.

“Los PLC son los sistemas de control más difundidos y, a la vez, son los más sencillos, por lo que a continuación se ofrecen informaciones más detalladas sobre este tipo de sistemas de control”. (F. Ebel, 2007, p. 79)

Los PLC son utilizados en muchas industrias y máquinas. A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida,

rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto. Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías, copia de seguridad o en memorias no volátiles. Un PLC es un ejemplo de un sistema de tiempo real, donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado, de lo contrario no producirá el resultado deseado.

IV. Metodología

4.1 Variables de investigación

4.1.1 Variables Independientes

Tipo de mantenimiento:

- Preventivo
- Predictivo
- Correctivo

4.1.2 Variables Dependientes

Área de mantenimiento asociada:

- Eléctrico
- Mecánico

Se determinaría la capacitación o competencia necesaria para realizar dicho trabajo, además del tipo de herramientas requeridas.

4.2 Técnicas e instrumentación aplicados

Para cumplir con los distintos trabajos realizados en Cervecería Hondureña, se utilizaron todos los dispositivos y herramientas que a continuación se mencionan.

Dispositivos y herramientas utilizados:

- Osciloscopio Fluke 124
- PLC S7-300 MPI
- CPU de ASEBI's
- PG Siemens
- Calibrador de procesos Fluke
- PC (propio)
- Simulador de señales variables

Programas utilizados:

- Step 7
- Wincc Flexible
- Microsoft Word
- Microsoft Excel
- CADe-SIMU
- SOPAS Engineering

También se hizo uso de herramientas como:

- Tenazas
- Destornilladores
- Cinta métrica
- Esmeril
- Prensa hidráulica
- Taladro de banco
- Etc.

4.3 Fuentes de información

Para desarrollar todos los trabajos realizados se necesitaron fuentes de información mediante internet, ingenieros a cargo, técnicos y libros ambientados en mantenimiento.

Cada trabajo realizado llevaba instrucciones al momento de ser asignados las cuales en la mayoría de los casos no eran suficiente para realizarlos, se necesitaba experimentar con el equipo a utilizar para saber todas las funcionalidades que podrían cumplir y cuales necesitábamos para realizar el trabajo.

Para los trabajos realizados por ejemplo por el calibrador de procesos se necesitó de interactuar mucho con el dispositivo para poder comprender sus funcionalidades.

El calibrador de procesos sirve básicamente en la técnica de medición, control y regulación para el ajuste y la verificación en instalaciones de control e instrumentación. El calibrador tiene diferentes magnitudes que deben ser atribuidas a señales de medida

normalizadas. Estas señales de medida o magnitudes reguladas son denominadas como señales patrón, que nuestro calibrador puede proporcionar. Se definen en 0 ... 20 mA, 4 ... 20 mA, 0 ... 10 V y 0,2 ... 1 bar. Estas magnitudes que mide el calibrador multifunción se asignan a una magnitud de temperatura, de caudal o de ajuste en una válvula de control (0...100% abertura de la válvula).

Por lo cual es necesario tomar un enfoque investigativo para poder sacarle el máximo provecho a este tipo de instrumentación.

Para realizar o comprender las actividades de mantenimiento a realizar es importante tener claro los componentes o piezas que necesitan un mantenimiento constante como por ejemplo las balinera o chumaceras que necesitan de lubricación en un periodo ya establecido por tiempos ya estandarizados.

Una de las actividades que se llevaron a cabo y se necesitó del completo apoyo de los ingenieros a cargo, fue la planeación de mantenimiento el cual es un proceso que ellos manejan en base a la experiencia que tienen, por lo que les ayuda a tomar decisiones para la realización de ciertos mantenimientos, pudiendo determinar qué actividades tienen prioridad sobre otras.

4.4 Cronograma de actividades

Actividades	Semanas																																												
	Semana 1				Semana 2				Semana 3				Semana 4				Semana 5				Semana 6				Semana 7				Semana 8				Semana 9				Semana 10								
	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
Paneles eléctricos en líneas de producción	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																																			
Actividades de mantenimiento	■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■				■	■				■	■	■	■	■	■	■				■	■													
Diagramas eléctricos del transporte de botella																																													
Capacitaciones																																													
Mediciones de señal mediante osciloscopio																																													
Monitoreo del funcionamiento del pasteurizador flash																																													
Rangos de manómetros en la Línea 1 de producción																																													
Prueba de calidad en las EBI's (Empty Bottle Inspect)																																													
Planeacion de mantenimiento																																													
Catalogo																																													
Calibracion de procesos																																													

V. Descripción de trabajo desarrollado

5.1 Paneles eléctricos en líneas de producción

Las primeras actividades que se realizaron fueron las de hacer revisión y organización siguiendo los estándares de las 5's de los paneles de control de las máquinas de las Líneas 1, 2 y 3 de producción, del mismo modo se fue llenando lo que es un censo en el cual debíamos de describir las condiciones físicas de los paneles, el ambiente en que se encuentran, el tipo de protección que tiene cada uno, asegurarse de la presencia de diagramas eléctricos para el panel correspondiente, al momento de encontrar alguna anomalía se generaron solicitudes de servicio de mantenimiento (SSM) para los trabajos que requerían de herramientas y de un procedimiento LOTO (Lock-Out/Tag-Out).

Bloqueo / Etiquetado (LOTO) se refiere a prácticas y procedimientos específicos para proteger la seguridad de los empleados de la activación o inicio inesperado de máquinas y equipo. Durante el servicio o mantenimiento de las máquinas, es de importancia crítica asegurar que el equipo no pueda activarse de manera accidental, ni que libere energía peligrosa almacenada.

Para "bloquear" y "etiquetar" una máquina antes de darle servicio, los trabajadores designados tienen que tomar una serie de medidas de seguridad para asegurar que la máquina no haga daño a la persona que da servicio.

El formato con el que se trabajó para realizar el censo se muestra en la Ilustración 2.

INVENTARIO TABLEROS											
Fecha de actualización: (dd/mm/aaaa)											
Ubicación											
Num. Registro	M. Tablero	Area	Línea	Principales Elementos de Tablero (Lista Desplegable)	Condiciones de Instalación (Lista Desplegable)	Principales Condicionadores del Área (Lista Desplegable)	Principales Condicionadores del Área (Lista Desplegable)	Principales Condicionadores del Área (Lista Desplegable)	Estándar de Protección del Tablero (Lista Desplegable)	Estado de empaques? (Lista Desplegable)	Estado de Chapas? (Lista Desplegable)
37	K725C21	Revoludo	3	PLC-IO-HNB	Bajo Techo	Ata Temperatura			NEMA U-955	Buena	Buena
38	K726A6C	Revoludo	3	PLC-IO-HNB	Bajo Techo	Ata Temperatura	Poco Suspendido		NEMA U-955	Buena	Buena
39	K726A6D	Revoludo	3	PLC-IO-HNB	Bajo Techo	Ata Temperatura	Poco Suspendido		NEMA U-955	Buena	Buena
40	K725H21	Revoludo	3	PLC-VO	Bajo Techo	Ata Temperatura			NEMA U-955	Buena	Buena
41	K408 452	Revoludo	3	PLC-VO	Bajo Techo	Ata Temperatura			NEMA U-955	Buena	Buena
42	K408 453	Revoludo	3	PLC-VO	Bajo Techo	Ata Temperatura			NEMA U-955	Buena	Buena
43	K766 545	Revoludo	3	PLC-VO	Bajo Techo	Ata Temperatura	Poco Suspendido		NEMA U-955	Buena	Buena
44	K766 546	Revoludo	3	PLC-VO	Bajo Techo	Ata Temperatura	Poco Suspendido		NEMA U-955	Buena	Buena
45	K763 G38 - G39	Revoludo	3	PLC-VO	Bajo Techo	Ata Temperatura	Poco Suspendido		NEMA U-955	Buena	Buena
46	K763 G40	Revoludo	3	PLC-VO	Bajo Techo	Ata Temperatura	Poco Suspendido		NEMA U-955	Buena	Buena

Ilustración 2. Censo del estado de los paneles eléctricos en las líneas de producción

Fuente: (Propia, 2018)

En este formato fueron ingresados los datos adquiridos en la revisión de los paneles de control, teniendo gran importancia ya que a la vez se fue asegurando de guardar todos los documentos encontrado en cada uno de los paneles que trajeran consigo informaciones importantes como manuales de los dispositivos utilizados en cada panel o CD's de programación y fueron almacenado correspondientemente en un estante.

También se aseguró de que cada panel mantuviera sus diagramas eléctricos correspondientemente, esto es de gran importancia ya que al momento de reportarse una falla el personal de mantenimiento muchas veces se tiene que apoyar de los diagramas eléctricos para encontrar medidas para resolver los problemas lo más antes posible. Los diagramas deben de encontrarse en un estante metálico ubicado en la compuerta de los paneles de control como se muestra en la Ilustración 3.

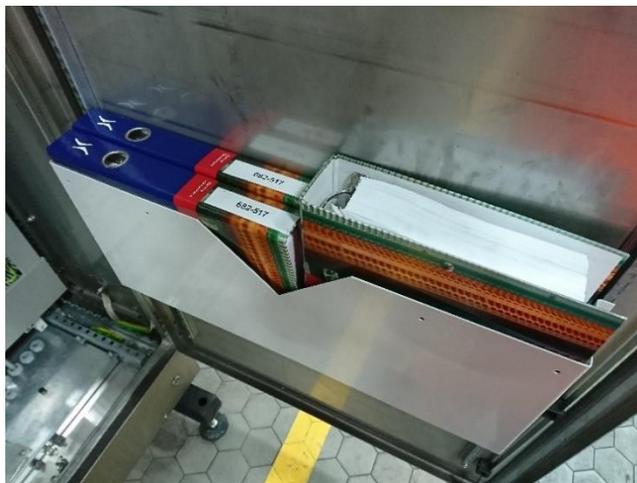


Ilustración 3. Diagramas ubicados en los paneles de la lavadora de botellas de la Línea 3 de producción

Fuente: (Propia)

5.2 Actividades de mantenimiento

Se realizaron varias actividades en el cual se tenía que acompañar al técnico para la realización de mantenimientos correctivos y preventivos, todo esto para conocer más los procesos que se llevan a cabo para realizar este tipo de actividades, entre ellas están la de hacer una revisión a componentes de seguridad, hacer pruebas con los sensores en Línea para asegurarse de su perfecto funcionamiento, asegurarse de que las fotoceldas utilizadas no tuvieran ningún tipo de obstrucción en su trayecto que pudiera perjudicar en las secuencias realizadas por el autómata encargado de la maquinada correspondiente, podemos apreciar unos de estos sensores mencionados en las Ilustraciones 4, 5 y 6. Todas estas actividades se realizan en días específicos, concretamente en los días de mantenimiento que son gestionados por el equipo de planeación.



Ilustración 4. Sensor inductivo de la Línea 3 de producción

Fuente: (Propia, 2018)



Ilustración 5. Sensor ultrasónico - Emisor

Fuente: (Propia, 2018)



Ilustración 6. Fococelda de la Línea de producción

Fuente: (Propia, 2018)

5.3 Diagramas eléctricos de variadores asignados al transporte de botella

Recientemente se hizo una migración de variadores Danfoss en 13 secciones del transporte de botellas, los cuales llevan un sistema de seguridad a través de los guardamotores y un juego de contactores, para realizar estos diagramas se necesitó elaborar un seguimiento de cable para determinar confiablemente las conexiones realizadas en estos variadores, podremos ver uno de los 13 diagramas realizados en la Ilustración 7, estos diagramas fueron realizados con el objetivo de imprimirlos y reemplazarlos en los diagramas eléctricos correspondiente.

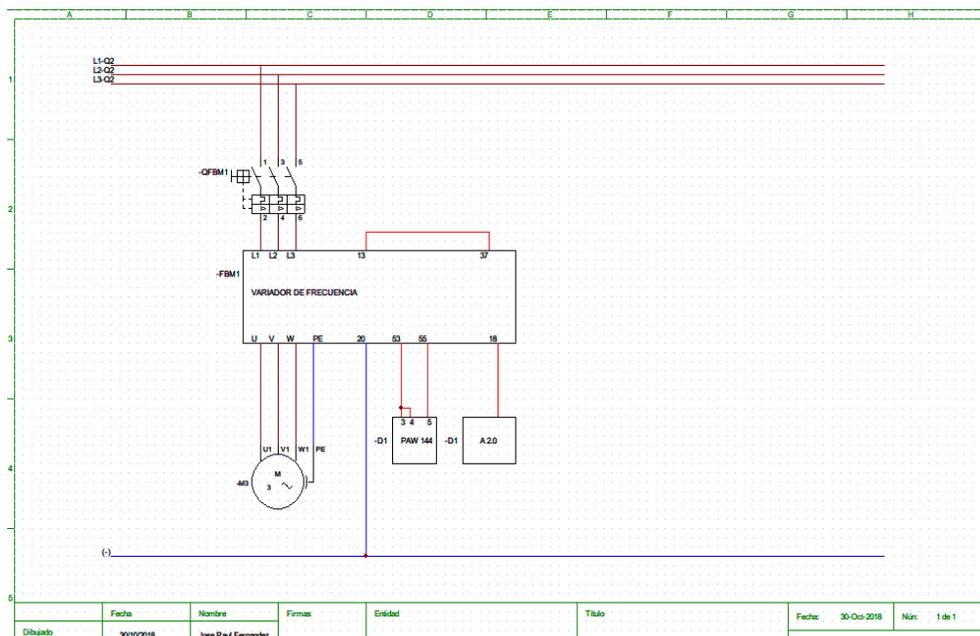


Ilustración 7. Diagrama eléctrico de variador FBM 1 - Danfoss

Fuente: (Propia, 2018)

5.4 Capacitaciones

Se han realizado varios procedimientos operativos estándar (SOP) los cuales se utilizan para dar capacitaciones o por lo menos la orientación de donde buscar el procedimiento, se han realizado SOP para el ajuste del punto cero en la multi empacadora Kister, como para el ajuste del punto cero para la llenadora de la Línea de lata.

Estos procedimientos son realizados en archivos de Word e impresos, las capacitaciones son realizadas en el laboratorio del departamento de mantenimiento y se explican paso por paso según haya sido desarrollado el SOP.

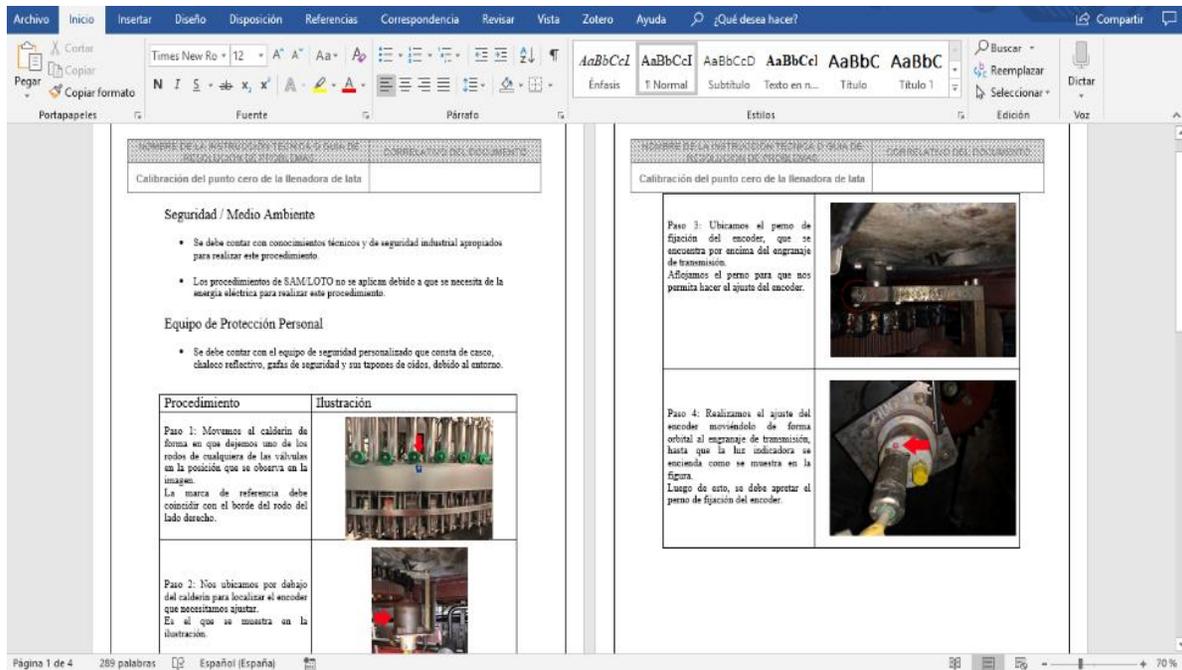


Ilustración 8. SOP - Ajuste del punto cero del encoder de la llenadora de la línea 2 de producción

Fuente: (Propia, 2018)

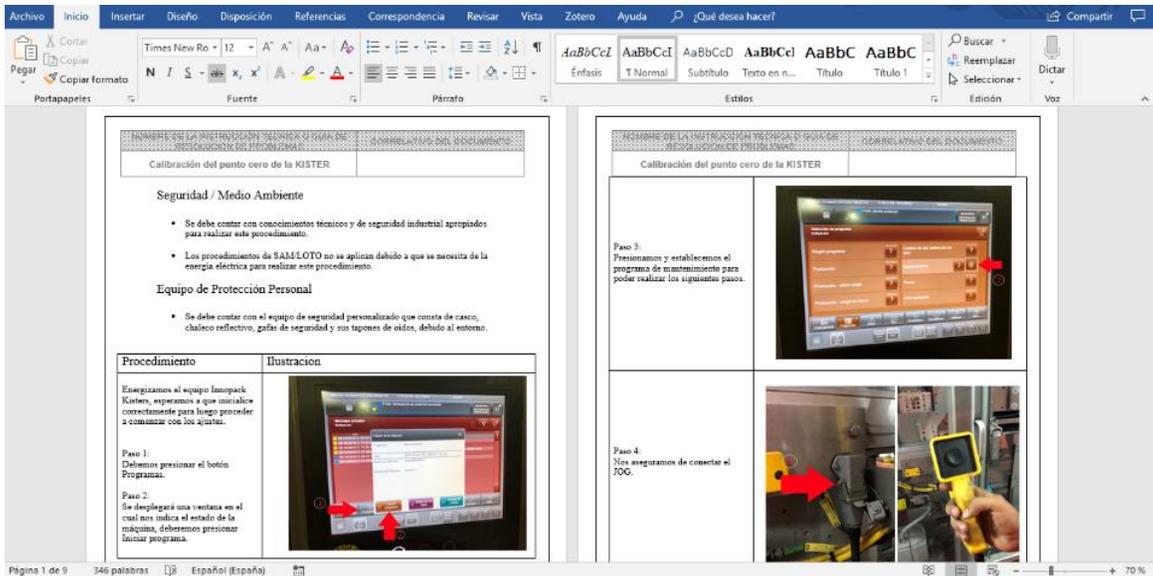


Ilustración 9. SOP - Ajuste del punto cero de la multi empacadora Kister de la Línea 2 de producción

Fuente: (Propia, 2018)

5.5 Mediciones de señal mediante osciloscopio

Se realizó una revisión en las señales de la llenadora de la Línea 1 de producción, para determinar la calidad de la señal recibida por el PLC S7-400, para asegurarse que está recibiendo trenes de pulso cuadradas, y no esté recibiendo señales distorsionadas o con demasiado ruido del encoder encargado de las secuencias de llenado de botellas, todo esto con el fin de realizar un mantenimiento correctivo de ser necesario, las señales a revisar son las de impulsos corto, mediano y largo, mostrados en la ilustración 10 y 11, que correspondientemente tienen asignado las entradas E 69.7, E 70.0 y E 70.1, las cuales tienen que haber 10 ciclos de impulsos cortos por cada ciclo de impulso mediano y a la vez por cada 160 impulsos mediados debe de haber un impulso largo, esto se debe a que son 160 válvulas de la llenadora de la línea 1 de producción, los trenes de pulso cortos se aseguran de la secuencia de la entradas de cada botella y la separación que hay entre ellas, todas estas mediciones las realizamos gracias a un osciloscopio Fluke 124 con capacidad de hasta 40MHz.

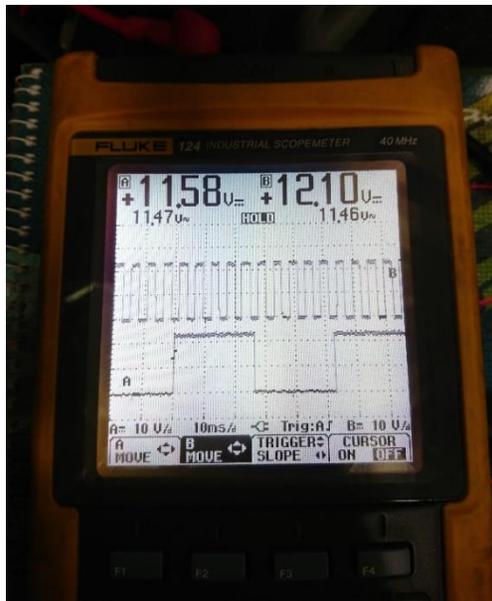


Ilustración 10. Trenes de pulso del encoder de la llenadora de la Línea 1 de producción - Canal A impulso mediano - Canal Impulso corto

Fuente: (Propia, 2018)

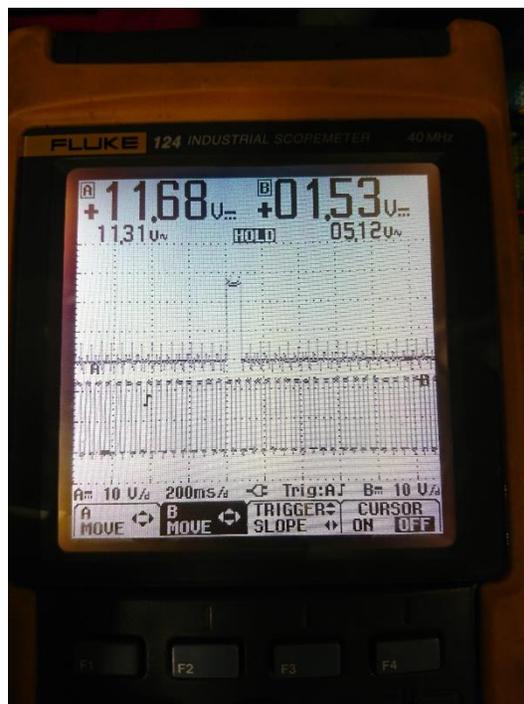


Ilustración 11. Trenes de pulsos del encoder de la llenadora de la Línea 1 de producción - Canal A impulso largo - Canal B Impulso mediano

Fuente: (Propia, 2018)

5.6 Monitoreo del funcionamiento del pasteurizador flash

El pasteurizador flash es el encargado de eliminar los agentes patógenos de la cerveza como había mencionado anteriormente en el proceso de envasado, siendo el último tratamiento de la cerveza antes de ser envasado. Se realizó monitoreo del funcionamiento del pasteurizador flash, ya que se había reportado una anomalía respecto al disparo de un guardamotor el cual protege al motor encargado de circular la cerveza, esto produce un atraso en la entrega de cerveza a la llenadora, el proceso del pasteurizador flash se puede monitorear mediante su pantalla el cual tiene las características de un SCADA como se muestra en la ilustración 12.



Ilustración 12. Diagrama de tubería del pasteurizador flash de la Línea 1 de producción.

Fuente: (Propia, 2018)

Se monitorizaron variables de flujo, presión y temperatura, para ver la tendencia aparente y poder tomar conjetura de la posible falla a detectar.

5.7 Rangos de manómetros en la Línea 1 de producción

Se realizó la colocación de etiquetas verdes en los manómetros de las máquinas asignadas, con el propósito de establecer los rangos óptimos de presión para el perfecto funcionamiento del equipo, esto ayuda a eficientar la detección de anomalías en los procesos de las máquinas, las máquinas que requerían de la asignación de rangos en los manómetros eran la empacadora, desempacadora (Ilustración 13), paletizadoras, depaletizadoras, pasteurizador túnel y la estación CIP.



Ilustración 13. Manómetro con rango asignado - cabezal de la empacadora

Fuente: (Propia, 2018)

5.8 Prueba de calidad en las EBI's (Empty Bottle Inspect)

Cervecería Hondureña se conoce por mantener la calidad en su producto, y esta actividad es prueba de ello, para poner a prueba la EBI's se cuenta con un conjunto de 24 botellas patrón, cada una enumerada y con una falla distinta, estas son colocadas en el proceso de la botella con el propósito de poner a prueba las EBI's y asegurarse que rechaza cada una de ellas para esto se hace una serie de ajustes, estas pruebas de calidad se hacen cada vez que hay arranque de la línea con cualquiera de las fórmulas.

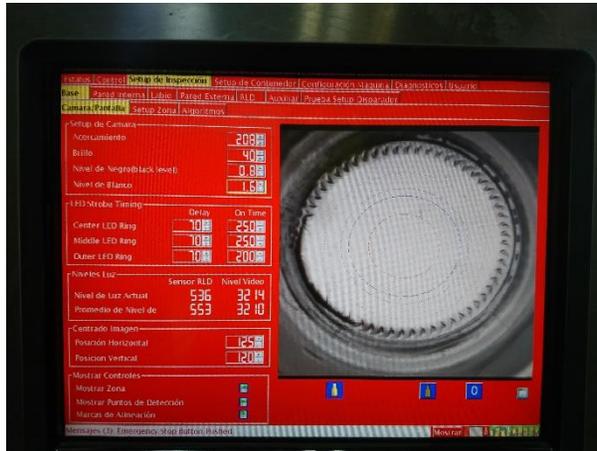


Ilustración 14. Pantalla de ajustes de la EBI 1 de la Línea 1 de producción

Fuente: (Propia, 2018)

En la imagen se puede observar los ajustes realizados para la detección de este tipo de fallas, como se puede observar tiene una capa de vidrio faltante en la parte inferior de la botella como se logra visualizar en la pantalla de la Ilustración 14.



Ilustración 15. Botella patrón con defecto de vidrio faltante en parte inferior.

Fuente: (Propia, 2018)

En la Ilustración 15 podemos observar la botella patrón utilizada en la prueba de calidad de las EBI's. Esta junto con las otras botellas son utilizadas para las pruebas de calidad en las 2 EBI's, pasan cada una de las botellas 10 veces para medir las probabilidades de detección, siempre se espera que se detecte 10 de 10 y sean rechazadas.

5.9 Planeación de mantenimiento

La planeación del mantenimiento nos permite programar los proyectos a mediano y largo plazo de las acciones de mantenimiento que dan la dirección a la industria. Muchos son los beneficios alcanzados al llevar un programa establecido de modelos de mantenimiento, programación y control del área de mantenimiento, cito algunos:

- Menor consumo de horas hombre
- Menor tiempo de parada de equipos
- Mejora la productividad (Eficiencia x Eficacia)
- Ahorro en costos

Podemos observar un plan de mantenimiento ya realizado en la Ilustración 16, el cual está enfocado en la Línea de producción #2, la que corresponde a la Línea de lata.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
#	Clase de Orden	Criticidad	No. De Orden	Descripción De Actividad	Equipo	Responsable	tiempo de Ejecución	Prioridad	Area / List	Fecha De Ejecución	Permisos de Seguridad R	
7	MP	B	71355505	Actividades de descarte eléctrico	CELN2-CBT-01	Omar Castro	2.0	3	JP	miércoles, 21 de noviembre de 2018		
8	MP	A	71335530	ACTIV DE INSPECCY MEDI ELEC CODIFICADOR3	CELN1-CDF-03	Gerson Ferrufino	1.5	6	JP	miércoles, 21 de noviembre de 2018		
9	MP	A	71355477	Inspeccion y Medicion Electrica	CELN2-CDF-01	Gerson Ferrufino	1.0	3	JP	miércoles, 21 de noviembre de 2018		
10	MP	A	71355481	ACTIV-DE INSPECCION Y MEDICION ELECTRICA	CELN2-CDF-01	Gerson Ferrufino	2.0	4	JP	miércoles, 21 de noviembre de 2018		
11	MP	A	71355486	ACTIVIDADES DE CHECKLIST SEMANAL	CELN2-CDF-01	Gerson Ferrufino	0.5	5	JP	miércoles, 21 de noviembre de 2018		
12	MP	A	71355503	ACTIVIDADES DE LIMPIEZA ELECTRICA	CELN2-DPL-01	Gerson Ferrufino	0.7	7	JP	miércoles, 21 de noviembre de 2018		
13	MP	A	71355534	ACTIVIDADES DE LIMPIEZA ELECTRICA	CELN2-DPL-01	Gerson Ferrufino	0.7	8	JP	miércoles, 21 de noviembre de 2018		
14	MP	A	71355695	ACT- DE LIMPIEZA ELECTRICA CABLEA RUTA2	CELN2-LLN-01	Oscar Solis	3.0	1	JP	miércoles, 21 de noviembre de 2018		
15	MP	A	71355699	ACT- DE LIMPIEZA ELECTRICA CABLEA RUTA1	CELN2-PTZ-02	Oscar Solis	2.0	2	JP	miércoles, 21 de noviembre de 2018		
16	MP	A	71355703	ACT- DE LIMPIEZA ELECTRICA CABLEA RUTA1	CELN2-TLT-01	Oscar Solis	2.0	3	JP	miércoles, 21 de noviembre de 2018		
17	MP	A	71355772	LE y IVE Interrup- de Segur-Coronador	CELN2-LLN-01	Omar Castro	1.0	1	JP	miércoles, 21 de noviembre de 2018		
18	MC	A	71361728	Fijar correctamente PG de Jog VSI 1102 M3 Sol #025805 Omar C. 07/11/18 PA/1H/1E/SI	CELN2-LLN-01	Omar Castro	1.0	2	JP	miércoles, 21 de noviembre de 2018		
19	MC	B	71361730	Corregir cable de salida del conector de la fotocelda M3 Sol #025805 Omar C. 07/11/18 PB/1H/1E/No	CELN2-TRP-01	Oscar Solis	1.0	4	JP	miércoles, 21 de noviembre de 2018		
20	MC	A	71361739	Ordenar cable de sensor. M3 Sol #025807 Omar C. 07/11/18 PA/1H/1E/No	CELN2-CDF-01	Oscar Solis	1.0	5	JP	miércoles, 21 de noviembre de 2018		
	MC	A	71361740	Operador apaga transporte del seccionador del motor para levantar lata y no es correcto para transporte de allí. Instalar selector controlado con la señal del sensor que para transporte por acumulación.	CELN2-TLT-12	Gerson Ferrufino	2.0	1	JP	miércoles, 21 de noviembre de 2018		
21	MC	A	71361818	Revisar Faltas en bomba de corno. M3 Sol #025808 Angel M. 09/11/18 PA/3H/1E/SI	CELN2-CLN-01	Omar Castro	1.0	4	JP	miércoles, 21 de noviembre de 2018		
22	MC	A	71362537	Revisar sensores de válvulas de la parte superior del tanque buffer M6 Sol #026159 Carlos F. 14/11/18 PA/1H/1E/No, #27039	CELN2-PTZ-02	Omar Castro	1.0	5	JP	miércoles, 21 de noviembre de 2018		
23	MC	B	71362539	Programar mantenimiento-limpieza de electrodos en tanque y control de nivel de llenado del mismo. M6 Sol #026203 Ramón M. 15/11/18 PB/1H/1E/No, #28401	CELN2-TNQ-03	Omar Castro	1.0	6	JP	miércoles, 21 de noviembre de 2018		
24	MC	B	SSM 24560	Instalar micro dañado a mesa hidráulica 2 en el sentido de flujo de cajas ya que son 2 los micros eliminados. Ramon Morales PB/2H/1E/SI	CELN2-MTE-01	Omar Castro	2.0	7	JP	miércoles, 21 de noviembre de 2018		
25	MC	A	71208346	Programar cambio de interruptor principal (Main) de bomba envío cerveza de filtración a Past'Flax/ M6 C/ Landverde Sol# 11287 PA-3H-1E-SI Fecha: 23-7-17	CELN2-PTZ-02	Gerson Ferrufino	2.0	2	JP	miércoles, 21 de noviembre de 2018		

Ilustración 16. Plan de mantenimiento - Línea de producción #2

Fuente: (Cervecería Hondureña, 2018)

La programación del mantenimiento es el proceso mediante el cual se acoplan los trabajos con los recursos y se les asigna una secuencia para ser ejecutados en ciertos puntos del tiempo.

Para cada actividad de mantenimiento se le establece según la experiencia, un lapso promedio para dar una estimación de los trabajos a realizar durante el turno del técnico correspondiente, ya que los turnos son rotativos.

En la Ilustración 17 se están asignando las actividades correctivas.

MES	DIAS ABIER	CRITICIDAD	ORDEN	DESCRIPCION	EQUIPO	STATUS DE USUARIO	RESPONSABLE	TIEMPO E.J. HRS
Julio	490	A	71208346	Programar cambio de interruptor principal (Man) de bomba envío cerveza de filtración a Past Flashy M6 Cl/Landaverde Sol# 11287 PA-3H-1E-SI Fecha: 23-7-17	CELN2-PTZ-02	PLAN DE MANTENIMIENTO	Gerson Ferrufino	2.5
	12	A	71361728	Fijar correctamente PG de Jog VS1.1102 M3 Sol #025806 Omar C. 07/11/18 PA/1H/1E/SI	CELN2-LLN-01	PLAN DE MANTENIMIENTO		1
	12	B	71361730	Corregir cable de salida del conector de la fotocelda. M3 Sol #025805 Omar C. 07/11/18 PB/1H/1E/No	CELN2-TRP-01	PLAN DE MANTENIMIENTO		1
	12	A	71361739	Ordenar cable de sensor. M3 Sol #025807 Omar C. 07/11/18 PA/1H/1E/No	CELN2-CDF-01	PLAN DE MANTENIMIENTO		1
	12	A	71361740	Operador apaga transporte del seccionador del motor para levantar lata y no es correcto para transporte de ella. Instalar selector controlado con la señal del sensor que para transporte por acumulación. M3 Sol #025808 Angel M. 09/11/18 PA/3H/1E/SI	CELN2-TLT-12	PLAN DE MANTENIMIENTO		3
	11	A	71361818	Revisar Falla en bomba de clorito.	CELN2-CLN-01	PLAN DE MANTENIMIENTO		1
	6	A	71362537	Jhonny Palada 22464 Fecha 15.11.2018 PA/1H/1E/SI Revisar sensores de válvulas de la parte superior del tanque buffer. M6 Sol #026159 Carlos F. 14/11/18 PA/1H/1E/No, #27039	CELN2-PTZ-02	PLAN DE MANTENIMIENTO		1
	6	B	71362539	Programar mantenimiento-limpieza de electrodos en tanque y control de nivel de tenado del mismo. M6 Sol #026208 Ramón M. 15/11/18 PB/1H/1E/No, #28401	CELN2-TNQ-03	PLAN DE MANTENIMIENTO		1

Ilustración 17. Planeación de mantenimiento – Actividades correctivas

Fuente: (Cervecería Hondureña, 2018)

Se utiliza una red entre las computadoras del área de mantenimiento para poder compartir todos los datos estadísticos producidos en las líneas, también permitiendo transmitir notificaciones de capacitaciones en temas de seguridad industrial.

Estas planeaciones se realizan días antes para los mantenimientos anunciados, todos los mantenimientos son notificados al iniciar cada semana.

En la Ilustración 18 se seleccionan las actividades preventivas que serán agregadas al plan de mantenimiento correspondiente.

No.	UT	Semana	Clase orde	Criticidad	Orden	Descripción	Equipo	Responsable	Tiempo Horas	Fecha de Programación	Lista	Status de Programación	Status Siste
55	CE-EM-LN2	S4	MP	A	71335530	ACTIV. DE INSPECCY MEDI ELEC CODIFICADOR3	CELN1-CDF-03	Gerson Ferrufino	1.5	20/11/2018	JP	Plan de Mantenimiento	LIBE IMPR KKMP N
44	CE-EM-LN2	S4	MP	A	71355477	Inspeccion y Medicion Electrica	CELN2-CDF-01	Gerson Ferrufino	1.0	20/11/2018	JP	Plan de Mantenimiento	LIBE IMPR KKMP N
45	CE-EM-LN2	S4	MP	A	71355481	ACTIV-DE INSPECCION Y MEDICION ELECTRICA	CELN2-CDF-01	Gerson Ferrufino	2.0	20/11/2018	JP	Plan de Mantenimiento	LIBE IMPR KKMP N
46	CE-EM-LN2	S4	MP	A	71355496	ACTIVIDADES DE CHECK LIST SEMANAL	CELN2-CDF-01	Gerson Ferrufino	0.5	20/11/2018	JP	Plan de Mantenimiento	LIBE IMPR KKMP N
47	CE-EM-LN2	S4	MP	A	71355503	ACTIVIDADES DE LIMPIEZA ELECTRICA	CELN2-DPL-01	Gerson Ferrufino	0.7	20/11/2018	JP	Plan de Mantenimiento	LIBE IMPR KKMP N
48	CE-EM-LN2	S4	IMC	A	71355506	Análisis de Amperaje	CELN2-MTE-01	Gerson Ferrufino	0.8	20/11/2018	JP	-	LIBE IMPR KKMP N
49	CE-EM-LN2	S4	MP	A	71355534	ACTIVIDADES DE LIMPIEZA ELECTRICA	CELN2-DPL-01	Gerson Ferrufino	0.7	20/11/2018	JP	Plan de Mantenimiento	LIBE IMPR KKMP N
50	CE-EM-LN2	S4	MP	A	71355695	ACT- DE LIMPIEZA ELECTRICA CABLEA RUTA2	CELN2-LLN-01	Oscar Solís	2.0	20/11/2018	JP	Plan de Mantenimiento	LIBE IMPR KKMP N
51	CE-EM-LN2	S4	MP	A	71355699	ACT- DE LIMPIEZA ELECTRICA CABLEA RUTA1	CELN2-PTZ-02	Oscar Solís	2.0	20/11/2018	JP	Plan de Mantenimiento	LIBE IMPR KKMP N
52	CE-EM-LN2	S4	MP	A	71355703	ACT- DE LIMPIEZA ELECTRICA CABLEA RUTA1	CELN2-TLT-01	Oscar Solís	2.0	20/11/2018	JP	Plan de Mantenimiento	LIBE IMPR KKMP N
53	CE-EM-LN2	S4	MP	A	71355772	IE y IVE Interrup- de Segur-Coronador	CELN2-LLN-01	Omar Castro	1.0	20/11/2018	JP	Plan de Mantenimiento	LIBE IMPR KKMP N
54	CE-EM-LN2	S4	RI	A	71355780	Recorrido de Planta/Aires	CELN2-PEL-02	Gerson Ferrufino	0.2	20/11/2018	JP	-	LIBE IMPR KKMP N

Ilustración 18. Planeación de mantenimiento - Actividades Preventivos

Fuente: (Cervecería Hondureña, 2018)

Las actividades correctivas son determinadas por los técnicos y operadores, las cuales son informadas a los supervisores de producción para notificárselos al departamento de mantenimiento, y así darle prioridad para realizar el respectivo mantenimiento correctivo.

En esta etapa se analizan todas las solicitudes para poder determinar si hay alguna actividad correctiva repetida, ya que una solicitud la pudo haber realizado un supervisor en un turno, y otro supervisor pudo haber solicitado la misma actividad de mantenimiento en otro turno.

Se realiza un listado de las solicitudes de mantenimiento y se guardan en un archivo de Word para poder ser compartido con el departamento de mantenimiento. (Ilustración 19)

	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M	R
	FECHA	TURNO	SUPERVISOR	SABOR	PRESENTACION (ml)	EQUIPO	TIEMPO DE PARO	TIPO DE PARO	DESCRIPCION DE LA FALLA	MES	SUPERVISOR MANTENIMIENTO
5	01/10/2018	C	Greverly Hernandez	BARENA	355	Codificador	15	E	Codigo sale borroso.		Palada J
15	07/10/2018	C	Brenda Fajardo	SALVA VIDA	473	Multipacadora KISTER	8	E	Plastico con estatica, barra antiestatica		Palada J
16	07/10/2018	C	Brenda Fajardo	SALVA VIDA	473	Multipacadora KISTER	4	E	Plastico estatico, exceso de paquete suelto.		Palada J
18	08/10/2018	C	Brenda Fajardo	SALVA VIDA	473	Multipacadora KISTER	6	E	Exceso de paquetes sueltos.		Palada J
19	08/10/2018	C	Brenda Fajardo	SALVA VIDA	473	Alimentador de tapas	15	E	Ciclo no sincronizado.		Palada J
21	09/10/2018	A	Greverly Hernandez	BARENA	355	Multipacadora KISTER	10	E	Falla en senicontrol en KISTER, para automaticamente el equipo y cuesta el arranque.		Palada J
22	09/10/2018	A	Greverly Hernandez	BARENA	355	Multipacadora KISTER	10	E	Falla en senicontrol.		Palada J
23	09/10/2018	B	Jahziel Trimino	BARENA	355	Multipacadora KISTER	20	E	Falla en senicontrol.		Palada J
26	12/10/2018	A	Greverly Hernandez	SALVA VIDA	355	Multipacadora KISTER	26	E	Problemas en la KISTER, la maquina para en produccion, falla en servomotor.		Palada J
34	14/10/2018	C	Brenda Fajardo	SALVA VIDA	355	Alimentador de tapas	20	E	Moto superior no empuja la tapa y se da vuelta.		Palada J
37	14/10/2018	B	Brenda Fajardo	SALVA VIDA	355	Selladora	16	E	Sensor de leva.		Palada J
43	15/10/2018	A	Brenda Fajardo	SALVA VIDA	355	Codificador	15	E	Sin especificacion en reporte de produccion.		Palada J
75	19/10/2018	C	Greverly Hernandez	SALVA VIDA	355	Llenadora	40	E	Falla en conexión PLC y checkmat.		Palada J
76	19/10/2018	C	Greverly Hernandez	SALVA VIDA	355	Inspector de lleno	10	E	Sensor no detecta latas cortas.		Palada J
81	19/10/2018	A	Brenda Fajardo	SALVA VIDA	355	Llenadora	7	E	Sensor de entrada de lata vacia.		Palada J
90	27/10/2018	A	Greverly Hernandez	SALVA VIDA	355	Codificador	5	M	Falla codigo.		Palada J
91	27/10/2018	A	Greverly Hernandez	SALVA VIDA	355	Codificador	20	M	Lata sale sin codigo.		Palada J

Ilustración 19. Solicitudes de mantenimientos

Fuente: (Cervecería Hondureña, 2018)

5.10 Catalogo

Los Repuestos representan todos aquellos componentes que podemos reemplazar en un sistema para mantener la continuidad operativa del mismo. Funcionalmente es la parte más pequeña en la que se puede subdividir una máquina. Los repuestos son importantes dentro de cualquier sistema productivo debido a que simplemente si no lo tienes disponible cuando lo necesites no podrás reestablecer el estado operativo de la máquina, en otras palabras, la maquina no producirá hasta que no reemplaces el repuesto. Es debido a este impacto directo sobre la disponibilidad de los sistemas lo que los hace tan valiosos.

Los Inventarios de Repuestos representan todas aquellas partes y piezas que se encuentran almacenadas con el fin de apoyar logísticamente las actividades de mantenimiento para alcanzar los objetivos primordiales de mantenimiento: Alta disponibilidad a un costo racional.

Catálogo de Repuestos en Stock
Llenadora K129D67



Catálogo de Repuestos en Stock
Llenadora K129D67



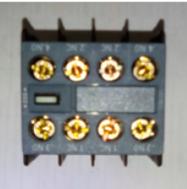
	<p>No. Stock: 411213</p> <p>No. Parte: 0901579097</p> <p>Descripción: PROCESADOR</p> <p>Ubic. Almacén:</p> <p>Precio: HNL</p>	
	<p>No. Stock: 1046681</p> <p>No. Parte: 0900909689</p> <p>Descripción: MODULO DEL BUS</p> <p>Ubic. Almacén:</p> <p>Precio: HNL</p>	
	<p>No. Stock: 411677</p> <p>No. Parte: 0902812121</p> <p>Descripción: INTERRUPTOR AUXILIAR 3RH29 11-1FA22</p> <p>Ubic. Almacén:</p> <p>Precio: HNL</p>	
	<p>No. Stock: 1047962</p> <p>No. Parte: 0901111487</p> <p>Descripción: PLACA DE ENTRADA</p> <p>Ubic. Almacén:</p> <p>Precio: HNL</p>	

Ilustración 20. Catálogo - Repuestos de Llenadora

Fuente: (Propia, 2018)

Es muy importante que los niveles de inventario de repuestos se determinen equilibrando el riesgo de provocar una parada larga de los equipos debido a la indisponibilidad de un repuesto, los costos de almacenamiento y el riesgo de que el repuesto se convierta en obsoleto antes de ser usado. Sin embargo, es muy común que las empresas no presten especial atención a sus inventarios de repuestos, debido a que el almacenamiento de estos repuestos no genera ningún beneficio a la empresa sino hasta el momento de ser necesitados. Además, al igual que el resto de los inventarios representan un capital inmovilizado que disminuye el flujo de caja de las organizaciones, con la diferencia de que estos no tienen la potencialidad de convertirse en una ganancia para la empresa, sino por el contrario a medida que pasa el tiempo y no es utilizado aumentan sus

probabilidades de que se deteriore o se convierta en obsoleto, generando perdidas a las organizaciones a las cuales le serian útil.

Catálogo de Repuestos en Stock Llenadora K129D67		Catálogo de Repuestos en Stock Llenadora K129D67	
	No. Stock: 1048247 No. Parte: 0901111485 Descripción: PLACA DE SALIDA Ubic. Almacén: Precio: HNL	No. Stock: 1046682 No. Parte: 0901229751 Descripción: PLACA DE SALIDA Ubic. Almacén: Precio: HNL	
	No. Stock: 411225 No. Parte: 0902804745 Descripción: GUARDAMOTOR Ubic. Almacén: Precio: HNL	No. Stock: 1051816 No. Parte: 0903644589 Descripción: COMPRESOR Ubic. Almacén: Precio: HNL	

Ilustración 21. Catalogo - Repuestos de Llenadora

Fuente: (Propia, 2018)

5.11 Calibrador de procesos

Los calibradores de Procesos son equipos que suelen funcionar mediante baterías y desempeñan su trabajo fundamentalmente en campo. Sus prestaciones metrológicas suelen ser buenas ya que actuarán como la referencia en los controles de la instrumentación de campo. Suelen ser ligeros, ergonómicos y compactos aunando funcionalidad con autonomía y robustez en un solo instrumento.

Los calibradores de proceso disponen de uno o varios canales de entradas y salidas de señales eléctricas para el control de la instrumentación presente en los procesos industriales.

Ambos calibradores de procesos analógicos y digitales se deben verificar para detectar errores relacionados con la descalibración, el entorno y la alimentación eléctrica, además de los componentes para la salida de bucle y otros cambios en el proceso. Los manómetros se pueden verificar en cualquier entorno.

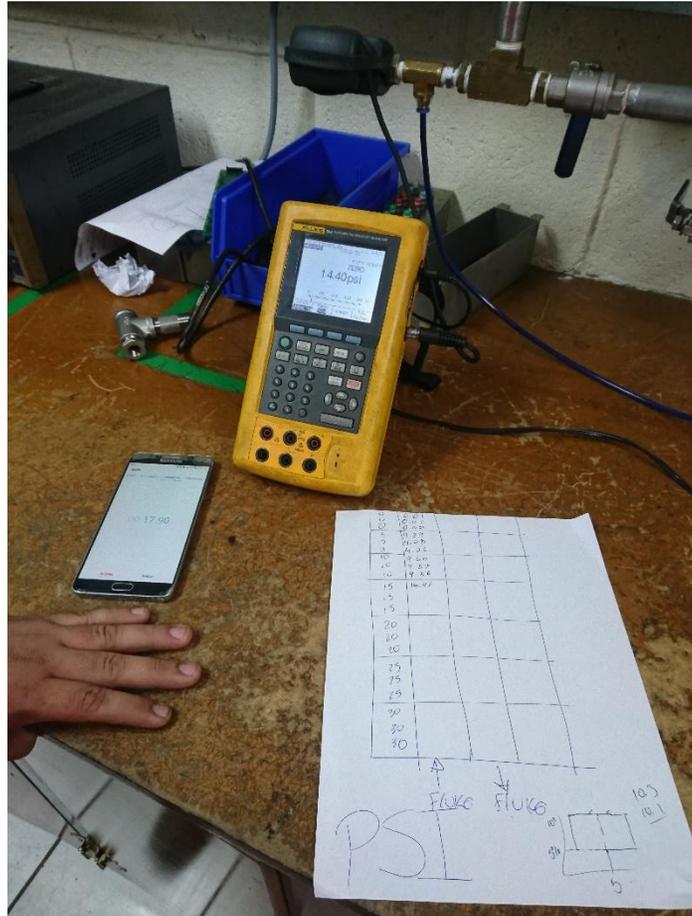


Ilustración 22. Calibrador de procesos - Calibración de manómetro

Fuente: (Propia, 2018)

La calibración en la práctica puede ahorrar tiempo y permite la resolución de problemas en el entorno del proceso. Los calibradores multifunción facilitan la tarea con una sola herramienta, y los calibradores documentadores simplifican los procedimientos de seguimiento, captura de datos y registro de resultados. La calibración en la mesa de trabajo ofrece un entorno donde el calibrador se puede limpiar, inspeccionar, probar y recertificar en las condiciones de referencia para obtener la mejor precisión posible.

VI. Conclusiones

- Se logro administrar y catalogar repuestos de las tres Líneas de producción facilitando la ubicación de cada uno de ellos.
- Se lograron desarrollar planes de mantenimiento en conjunto con los especialistas eléctricos.
- Se realizaron capacitaciones de procedimientos operativos estándar a los técnicos eléctricos de diversos dispositivos.

VII. Recomendaciones

1. Se recomienda que implementen la clase de metrología, que nos ayuda en la calibración de dispositivos de medición, y nos ayuda a comprender la importancia de conocer las distintas unidades de medida existentes y su relación, ya que es de gran importancia para la carrera de mecatrónica.
2. Dedicar más importancia a las clases de PLC y redes industriales, asegurarse que todo el equipo con el que dispone la universidad sea aprovechado en lo máximo posible.

Bibliografía

Asfahl, R. (2000). *Seguridad Industrial y Salud* (4.^a ed.).

Barrientos, A., Peñín, L. F., & Balaguer, C. (2007). *Fundamentos de robótica* (2a. ed.).

Madrid, SPAIN: McGraw-Hill España. Recuperado de

Castro Ríos, K. (2011). *Tecnología de alimentos*. Bogotá, COLOMBIA: Ediciones de la U.

Recuperado de

Creus, A. (2011). *Instrumentación Industrial* (8.^a ed.). México: Alfaomega.

Escamilla Esquivel, A. (2014). *Metrología y sus aplicaciones*. México, D.F., MEXICO: Grupo

Editorial Patria. Recuperado de

F., E. (2007). *Fundamentos de la técnica de automatización*.

García Moreno, E. (2001). *Automatización de procesos industriales* (1.^a ed.). México:

Alfaomega.

Gómez Sarduy, J. R., Reyes Calvo, R., & Guzmán del Río, D. (2005). *Temas especiales de*

instrumentación y control. La Habana, CUBA: Editorial Félix Varela. Recuperado de

Gonzales, J. (2005). *Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado* (2.^a ed.).

España: FC Editorial.

Ishikawa, K. (1994). *Introducción al control de calidad*. Madrid, SPAIN: Ediciones Díaz de

Santos. Recuperado de

Jiménez, J. (2004). *Mantenimiento de máquinas eléctricas*. España: McGraw-Hill.

Niebel, B. W. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (12.^a ed.). Mexico: McGraw-Hill.

Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo (12a. ed.)* (12.^a ed.). Distrito Federal, UNKNOWN: McGraw-Hill Interamericana. Recuperado de

Salgado Benítez, J. (2010a). *Higiene y seguridad industrial*. México, D.F., MEXICO: Instituto Politécnico Nacional. Recuperado de

Salgado Benítez, J. (2010b). *Higiene y seguridad industrial*. México, D.F., MEXICO: Instituto Politécnico Nacional. Recuperado de

<https://www.fluke.com/es-es/informacion/mejores-practicas/calibracion-de-presion/proceso-de-verificacion-manometros-analogicos-y-digitales>

<https://www.aulafacil.com/cursos/administracion/mantenimiento-industrial/planeacion-de-mantenimiento-l20694>

<https://sites.google.com/site/gerenciademantenimientoiii2012/home/principales-objetivos-de-la-planeacin-y-programacin-del-mantenimiento>

Anexos



Ilustración 23. Paletizadora - Línea de producción #3

Fuente: (Propia, 2018)



Ilustración 24. Pantalla de producción - Paletizadora - Línea de producción 3

Fuente: (Propia, 2018)



Ilustración 25. Variadores Danfoss - Transporte de botellas - Línea de producción #3

Fuente: (Propia, 2018)



**Ilustración 26. Estación de variadores Danfoss - Transporte de botellas -
Línea de producción #3**

Fuente: (Propia, 2018)



Ilustración 27. Inspección de servomotores - Linatronic - Línea de producción #3

Fuente: (Propia, 2018)



Ilustración 28. Calibración de manómetro - Calibrador de procesos

Fuente: (Propia, 2018)



**Ilustración 29. Mantenimiento preventivo de las conexiones de las sondas
- Llenadora - Línea de producción #1**

Fuente: (Propia, 2018)



Ilustración 30. Estación de PLC - Entrenador
Fuente: (Propia, 2018)



**Ilustración 31. Seguimiento de cable - Transporte de botellas -
Línea de producción #1**

Fuente: (Propia, 2018)