



unitec®

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

CERVECERÍA HONDUREÑA

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERIA EN MECATRONICA

PRESENTADO POR:

**JOSHUA DANIEL RODRIGUEZ PAZ
21641250**

ASESOR: ING. ALBERTO CARRASCO

CAMPUS SAN PEDRO SULA

ABRIL 2021

Resumen Ejecutivo

El documento contiene información del desarrollo profesional en la empresa Cervecería Hondureña S.A, siendo un pilar importante en la economía de nuestro país, perteneciendo al grupo Ab InBev el cual es reconocido a nivel mundial. La práctica se realizó en la planta de cerveza, en el área de utilidades y posteriormente en el área de mantenimiento de las líneas 1, 2 y 3, un área encargada de la elaboración de la cerveza y el tratamiento de aguas residuales y la otra en las líneas de producción. La práctica profesional ha sido cronológica, teniendo mayores responsabilidades a medida pasa el tiempo, desde recibir inducciones de seguridad, limpiar paneles y canaletas, hasta armar el panel del motor de la grúa de la empacadora de línea 1 e instalar y parametrizar variadores de frecuencia del transporte de línea 1 (TA).

El documento denota actividades de mantenimiento, ya sean correctivas o preventivas que se realizaron en la presente práctica profesional, involucrándose el alumno en el proceso de reparación de algunas máquinas, siendo asistente de los supervisores eléctricos y electrónicos, como también del supervisor de mantenimiento. La etiquetadora, la empacadora y des empacadora, el inspector de vacío (linatronic) y el transporte son los equipos que mas se trabajan, ya que el ingeniero con el que esta asignado el practicante es el encargado de darle mantenimiento correctivo y preventivo a estos equipos, tomando en cuenta el pasteurizador y otros secundarios. Las SSM (*safety service management*) son los permisos que se llenan al momento de realizar ordenes correctivas, y son muy importantes en el área de mantenimiento envasado ya que con ellas, luego de haber solucionado el problema se hace un estudio de los cinco porque, y se llega a una conclusión de que fue lo que causo el problema y como se pudo evitar y como se puede evitar en un futuro.

Índice de Contenido

Glosario	8
I. Introducción	9
II. Generalidades de la empresa	10
2.1 Descripción de la empresa	10
2.2 Descripción del departamento	10
2.3 Objetivos del puesto	11
2.3.1 Objetivo General.....	11
2.3.2 Objetivos Específicos.....	11
IV. Marco Teórico	12
4.1 Materias Primas para la elaboración de la cerveza	12
4.2 Proceso Cervecerero	13
4.3 Amoniaco como Refrigerante	17
4.4 Proceso de Envasado	18
4.5 Mantenimiento Industrial	20
4.6 Robótica y Automatización	21
4.6.1 Automatización	21
4.6.2 Robótica	25
4.7 Industria 4.0	26
4.7.1 Mantenimiento predictivo 4.0 como siguiente paso evolutivo en el mantenimiento industrial.	27
4.7.2 Impacto de la industria 4.0 en la industria alimentaria.	29
4.7.2.1 <i>Procesamiento y manufactura</i>	30
V. Desarrollo	31
5.2 Descripción de los trabajos realizados	31
5.2.1 Charlas de Seguridad.....	31
5.2.2 Trabajo Técnico.....	33
5.2.3 Trabajo Metrológico L3.....	36
5.2 Cronograma de actividades	37
VI. Conclusiones	39
5.1 Conclusión General.....	39
5.2 Conclusión específica.....	39

VII. Recomendaciones	39
Bibliografía	40

Glosario

CIP (*Clean-in-Place*): Es un método para limpiar las superficies interiores de tuberías, recipientes, equipos de proceso, filtros y accesorios asociados, sin desmontaje.

COP: Es un método para limpiar los elementos del equipo retirándolos de su área operativa y llevándolos a una estación de limpieza designada para su limpieza.

Ozono: Es una molécula compuesta por tres átomos de oxígeno, es altamente oxidante, por lo que se encarga de desinfectar, purificar y eliminar microorganismos patógenos.

Chiller: es un caso especial de máquina frigorífica cuyo cometido es enfriar un medio líquido.

Carbonatación: proceso que ocurre cuando se agrega dióxido de carbono gaseoso a un líquido (jarabe) y reacciona químicamente con las moléculas de agua para formar el ácido carbónico.

Cloración: proceso de desinfección del agua mediante el empleo de cloro o compuestos clorados.

Pruebas de estanqueidad: también llamados ensayos de fugas; son pruebas que permiten saber si funcionando correctamente el sistema o superficie en el que se realizan.

Línea de Succión: tubo o tubería la cual transporta el refrigerante en estado de vapor, desde el evaporador a la entrada del compresor.

Pasteurización: consiste en el tratamiento del calor de un producto para matar todas las bacterias patógenas y reducir la actividad enzimática.

Intercambiador de calor: es un radiador diseñado para transferir calor entre dos fluidos, o entre la superficie de un sólido y un fluido en movimiento.

Inspector de vacío: Es el que se encarga de verificar la pureza del envase de vidrio, es decir, verifica que la botella no lleve nada de suciedad en ninguna parte de la misma, consta de 4 cámaras que contienen un patrón a seguir y mediante eso verifica que la botella este limpia, funciona con un sistema de procesamiento de imágenes de alta tecnología y eficiencia.

Codificadores: Son los que se encargan de imprimir la fecha de vencimiento en la botella, utilizan tinta especial y un complejo sistema de impresión electrónico.

I. Introducción

Es importante entender que la práctica profesional puede aportar mucha experiencia, tanto como estudiante como profesional. Ser parte de una empresa es un paso muy importante para la vida de cualquier profesional ya que la responsabilidad y el peso de ello ejerce una presión psicológica sobre cualquier persona, por las tareas que debe desarrollar.

En Cervecería Hondureña ser una persona íntegra y de valores es esencial. Hay muchas normas que se deben seguir ya que uno de los lemas es: "Queremos que llegues a casa tal y como viniste de ella" ya que no seguir todas las normas de seguridad y bioseguridad puede conllevar un gran peligro, resultando en accidentes y en algunas ocasiones incluso la muerte.

La elaboración y envasado de la cerveza es un proceso muy complejo, que requiere de un gran número de máquinas y un nivel de automatización exorbitante.

El área de mantenimiento, que es de la cual se hablara en este informe tiene dos áreas en la planta: Utilidades y mantenimiento envasado. En el área de utilidades mi trabajo consiste en apoyar al supervisor eléctrico, haciendo la rutina y atendiendo al mantenimiento correctivo correspondiente. El trabajo del área de mantenimiento envasado es mucho mas desafiante, ya que hay una gran cantidad de maquinas y problemas a resolver, enfocándome en uno de ellos y ese es el tiempo en el cual la maquina es reparada para iniciar de nuevo producción en caso de que el paro sea durante la misma. Conseguir el repuesto adecuado es mucho más difícil que lo que parece, es por eso que uno de mis trabajos principales es el de recolectar información acerca de los componentes de las máquinas, levantando un inventario y buscando los repuestos en SAP para proceder a su pedido en caso de no haber en existencia, ahorrando así tiempo valioso durante paros eléctricos, ya que si el repuesto no está disponible puede haber paros hasta de dos días, con la información recolectada se mantiene un orden de repuestos eficaz, por lo que si falla algún componente se procede a su rápido cambio, ya que generalmente estos dispositivos no se encuentran de venta en el país. El presente informe se organiza de manera cronológico, siguiendo un orden de actividades según transcurre el tiempo, el trabajo puede varias ya que siempre se presentan circunstancias inesperadas que agregan mas carga que la ya establecida.

II. Generalidades de la empresa

2.1 Descripción de la empresa

Es una empresa que pertenece a AB InBev, el mayor conglomerado de bebidas en el mundo. Por más de 100 años ha estado presente, de la mano del pueblo hondureño, produciendo las mejores bebidas, generando empleos y prosperidad para las familias del país, porque su propósito es: Unir a la Gente por un Mundo Mejor. Gracias a sus colaboradores, clientes, proveedores y las comunidades donde operamos han logrado una contribución económica significativa para nuestro país. Representa el 3.5% del Producto Interno Bruto nacional y el 21.7% de la producción manufacturera. Pero más allá de una estadística, lo que la satisface es que sus operaciones han contribuido a mejorar la calidad de vida de más de 630 mil personas. Su sostenibilidad económica está íntimamente asociada al bienestar social y ambiental. Su visión de negocios inclusivos hace que como empresa beneficie a más de 84 mil detallistas que conforman su cadena de valor comercial en todo el país (Brito, 2015).



Figura 1. Logo de Cervecería.

Fuente: AbinBev (2019)

2.2 Descripción del departamento

La planta de cerveza de la cual se habla en este informe, consta de dos partes imprescindibles para su operación. Una parte es la de elaboración, la cual se encarga de elaborar la cerveza con los estándares de calidad establecidos, esta parte cuenta con el área de cocimiento, fermentación/maduración y filtración. Luego de filtrar la cerveza, esta pasa a unos tanques denominados *BBTs* o tanques de gobiernos, que luego procede a ser enviada a las líneas de envasado. Hay tres líneas de envasado, la línea 1 se centra en envasar las cervezas de vidrio de 26 oz, la línea 2 es de lata y envasa las de 12 y 16 oz, y la línea 3 es de cerveza de vidrio que envasa

las de 12 oz. Este informe habla de las dos áreas, ya que el practicante fue asignado a las dos para aprender todo el proceso. El área de Utilidades se centra en darle mantenimiento a toda la parte de elaboración y tratamiento de aguas residuales, y la de mantenimiento de envasado se basa en asegurar el correcto y óptimo funcionamiento de todos los componentes de las tres líneas de envasado.

2.3 Objetivos del puesto

2.3.1 Objetivo General

En el área de utilidades:

Inspección del equipo de las zonas de cocimiento, sala de máquinas, fermentación y filtración, así como inventariar sensores pertenecientes a los equipos críticos y establecer los rangos de funcionamiento (presión, flujo, nivel, etc.).

En el área de mantenimiento envasado:

- Levantamiento e inventario de dispositivos de control metrológico.
- Inventario de repuestos electrónicos en bodega de cargo directo.
- Elaboración de procedimientos de uso de equipos de medición.
- Apoyo en trabajo técnico y actualizaciones de las HMI de máquinas.

2.3.2 Objetivos Específicos

En el área de utilidades:

- Inspección de maquinaria.
- Elaborar permisos de trabajo dependiendo del tipo que se tiene que hacer, ya sea en altura, eléctrico o espacios confinados.
- Bloqueo de equipos como ser paneles para desenergizar completamente el área de trabajo en la cual se realizará el mantenimiento.
- Juntar evidencia para llegar a la meta deseada del ESM (*Electrical Safety Management*).
- Apoyar al supervisor y técnicos en los trabajos de mantenimiento requeridos.

En el área de mantenimiento envasado:

- Levantamiento e inventario de dispositivos de control metrológico.

- Inventarios de repuestos electrónicos en bodega de cargo directo.
- Elaboración de procedimientos de uso de dispositivos electrónicos.
- Apoyo en mantenimiento de las líneas de envasado.

IV. Marco Teórico

4.1 Materias Primas para la elaboración de la cerveza

Para poder entender las funciones del practicante, se debe entender el proceso del cual se es parte. Es por eso que es importante saber como se elabora la cerveza, y aparte del cómo, todos los procesos que forman parte de la elaboración y cada paso que se tiene que llevar a cabo para resultar con el delicioso líquido.

- La malta y el proceso de malteado.

La cerveza se elabora con cebada malteada (malta), lúpulo, agua y levadura. Algunos estilos usan ingredientes adicionales, como avena, centeno y trigo, estos se denominan como adjuntos. El proceso de elaboración de la cerveza tiene varios pasos: maceración, hervir, fermentar, madurar, filtrar y envasado (Weeks, 2015).

La malta es obtenida a partir de cebada y es la base de la cerveza y responsable principal del carácter, cuerpo, sabor, aroma y espuma y esta aporta parte o la totalidad del almidón necesario y del extracto del mosto, así como las enzimas requeridas para el proceso.

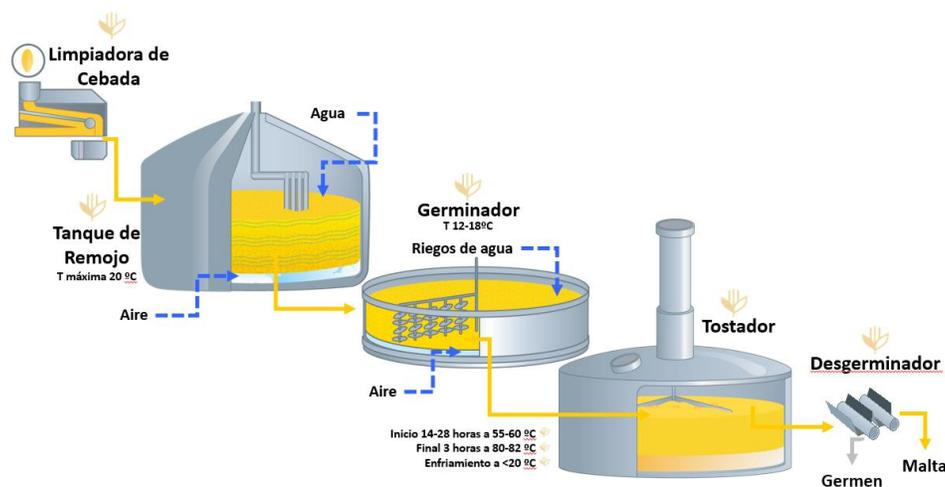


Figura 2. Proceso de elaboración de malta

Fuente: ABInBev (2019)

Este es el proceso mediante el cual el grano de cebada se induce para que germine como una nueva planta, con lo cual se logra una transformación de los componentes del grano, haciéndolo apto para el proceso cervecero.

- Agua, Lúpulo y Levadura

La cerveza contiene entre el 90% y el 92% de agua en el producto final. Por lo anterior, el agua utilizada para la elaboración de cerveza debe ser de la más alta calidad y pureza (Yu & Dong, 2011).

El lúpulo es el responsable del sabor de la cerveza. Aporta el amargo y aromas característicos del producto, además de que protege la cerveza contra la contaminación microbiana. La levadura no es propiamente una materia prima, ya que no queda en la cerveza, pero es un ingrediente fundamental, ya que sin ella no se podría obtener alcohol, ya que el almidón necesita la levadura para convertirse en alcohol.

4.2 Proceso Cervecerero

En esta sección se describirá todo el proceso por el cual se tiene que someter el mosto para poder convertirse en cerveza, respetando todos los estándares de calidad y utilizando la receta especial para cada cerveza, creando las obras de arte conocidas por todos como la Salva Vida, PortRoyal e imperial.

- Molino de martillo (Proceso de Molienda)

El molino de martillo se utiliza para moler la malta, para luego proceder a mezclarla con agua caliente en el siguiente paso del proceso.

Un molino de martillo es el más común para equipo de trituración y molienda. Además, es de alta capacidad de producción, muele el producto de manera uniforme, bajo consumo de energía, con una calidad confiable y una estructura simple, así como fácil mantenimiento. El principio de funcionamiento de un molino de martillo es que un motor impulsa el rotor rápidamente para la cavidad de trituración. Los materiales probados que incluyen las partículas blandas y duras entran en la trituradora a través de la alimentación. y son impactados, cortados y conectados a tierra por un martillo con cabezas que se desplazan a una alta velocidad. Hay una rejilla debajo del conjunto

del rotor, por lo que los materiales con un tamaño más pequeño que la malla de la rejilla serán transportados y otros se dejan para martillar aún más hasta que alcanzan un tamaño estándar (En este caso hasta hacer polvo la malta). El tamaño final del producto se puede ajustar cambiando la rejilla (el espacio entre el conjunto del rotor). Además, la rejilla también se puede ajustado según las diferentes necesidades (Armatmontree, 2018).

Este tipo de molino se utiliza para moler la malta a tal punto de convertirla en polvo, para luego ser transportada a la maquina encargada de inyectarle cierta cantidad de agua para luego ir al macerador.

- Macerador (Proceso de Maceración)

En esta etapa, se utilizan diferentes niveles de temperatura para degradar el almidón de malta en azúcares más simples; por lo tanto, es necesario tener contenedores estructuralmente funcionales (materiales duraderos). Además, dado que la regulación de la temperatura es crítica porque regula la actividad de las enzimas que generan azúcares fermentables (alfa amilasas), es necesario que la monitorización de la temperatura sea automática y no manual, para evitar la inhibición de su actividad (Rodriguez et al., 2019).

El objetivo de la maceración es obtener de la malta molida o de una mezcla de malta y adjunto, mediante extracción con agua en condiciones apropiadas, la mayor cantidad posible de extracto (sustancias solubles) con las mejores cualidades para producir cerveza.

La mayoría de los cambios mencionados ocurren gracias a la “enzimas” que trae la malta, las cuales son proteínas que se encargan de producir cambios bioquímicos de manera natural. El principal cambio que ocurre es la conversión del almidón a azúcares de tal forma que al final de la maceración se obtienen una “masa” líquida azucarada.



Figura 3. Macerador

Fuente: AblnBev (2019)

- Filtración y cocción del mosto

El mosto es el resultado de la mezcla de malta y agua. El objetivo del proceso de filtración es separar la máxima cantidad de mosto de los afrechos y otras sustancias insolubles, para obtener las mejores características de calidad, Para este proceso se utilizan unas ollas especiales que tienen un falso fondo con ranuras, el cual retiene las cáscaras y deja pasar el líquido azucarado (mosto). En la parte de cocción, el proceso consiste en hervir el mosto por 60 – 90 min dependiendo de la tecnología utilizada, y es en ese punto que se agrega el lúpulo y los jarabes que se usan como adjuntos. Finalmente, el mosto es enfriado a temperaturas de 9 – 13 °C en enfriadores especiales que como refrigerante utilizan amoníaco. A la salida del enfriador se adiciona la levadura y se inyecta oxígeno para dar inicio al proceso de fermentación (Elumalai, 2007).

- Fermentación – Maduración – Filtración

La fermentación de la cerveza es un proceso bioquímico complejo con una gran cantidad de generación de energía. Durante el proceso de fermentación, los parámetros requeridos se obtienen controlando la temperatura y presión. Para el intercambio de calor, se debe converger con el medio refrigerante en la bobina exterior. Por lo tanto, el gran retraso de tiempo, el fuerte acoplamiento y la variabilidad del tiempo son las principales características de este proceso. Por lo tanto, deben adoptarse estrategias de control efectivas para controlar la reacción bioquímica para mejorar la capacidad de fermentación y mejorar y estabilizar la calidad de la cerveza.

El proceso de fermentación de la cerveza se divide en período de pre-fermentación y post-fermentación (fermentación y maduración). El período de pre-fermentación con levadura en el fondo, la temperatura es relativamente baja y el proceso es lento. El período de post-fermentación y el período de almacenamiento es relativamente largo. Durante este período, la levadura crece rápidamente, el liberador de calor hace que la temperatura suba, por lo que necesita ser enfriado (Zhang & Zhou, 2021).

En el período de post-fermentación (maduración), la temperatura es primero alta y luego baja. Cuando la temperatura del licor cae a 5-6 °C, se mantiene durante 24 horas (período de incubación) y recupera la levadura. Finalmente, la temperatura se reduce de 0 a -1 °C y la cerveza se almacena durante 7 a 14 días. Durante el proceso de post -fermentación, para bajar la

temperatura, la apertura de la válvula intermedia y la válvula inferior son los parámetros controlados. El proceso de fermentación de la cerveza tiene las características de un gran retraso de tiempo, gran inercia, variación en el tiempo, y no linealidad que lo hacen difícil de controlar. Recientemente, muchos investigadores nacionales y extranjeros combinan el PID tradicional con otros controles algoritmos. Tiene una estructura simple, buena estabilidad y alta confiabilidad en el control PID tradicional.

Por combinación con otros algoritmos se pueden modificar los parámetros PID en línea, lo que puede mejorar el control significativamente. Por ejemplo, una estrategia de control PID difusa. Aunque puede mejorar el efecto de control, todavía una estimación de rango y subconjuntos difusos, función de pertenencia, parámetros PID iniciales también requieren experiencia para estimar, lo que reduce considerablemente la posibilidad de aplicación. Una red neuronal tiene buena capacidad de aprendizaje, capacidad de procesamiento no lineal, buena estabilidad y es robusta. Usa redes neuronales para modificar los parámetros PID en línea, esto puede resolver el problema del control de temperatura del tanque de fermentación de la cerveza (Zhang & Liu, 2019).

J. Zhang & Liu (2019) afirma: "La fermentación es uno de los pasos más complejos e incluye muchas reacciones biológicas y químicas, tarda más tiempo y exige una temperatura más alta de control. Es el paso clave para determinar la calidad de la cerveza" (p. 2).

Luego de la maduración se procede al paso de filtración, cuyo objetivo es obtener una cerveza clara, brillante y estable, separando la mayor cantidad posible de sólidos, utilizando un medio filtrante, que retenga la mayor parte de las partículas sólidas contenidas en la cerveza. Una vez la cerveza ha terminado la maduración presenta una apariencia turbia y además está concentrada por lo que debe ser filtrada, mezclada con agua desairada y carbonatada para obtener el producto final.

Las tierras de diatomáceas son fósiles de algas microscópicas unicelulares caracterizadas por la compleja estructura de su pared celular, constituida principalmente por dióxido de sílice en estado amorfo. Existen diferentes tipos de filtros (verticales, horizontales, de velas), todos estos utilizan la tierra diatomácea como medio filtrante. Algunas cervezas por su diseño, requieren filtración estéril y no son pasterizadas por flash o túnel (Hasan, 2020).

4.3 Amoníaco como Refrigerante

Luego de haber establecido todos los pasos que se tienen que seguir para elaborar el vital líquido, se tiene que hablar de un proceso secundario pero que, sin él, nada de lo anterior sería posible, ya que la cerveza no se fermentaría o maduraría si no fuese por el amoníaco, el cual sirve como refrigerante manteniendo la temperatura al nivel requerido.

La tecnología actual de las máquinas de enfriamiento influye en gran medida en la vida del mundo moderno, no solo de forma limitada para mejorar la calidad y la comodidad de la vida, pero también ha tocado las cosas esenciales que apoyan a los seres humanos. Esta tecnología es necesaria para la preparación de productos alimenticios, almacenamiento y distribución de alimentos, e inclusive para procesos químicos que requieran refrigeración, climatización para el confort de la industria local, oficinas, transporte y operaciones domésticas y hoteleras.

En la actualidad, el enfriamiento más utilizado La tecnología de la máquina es del tipo de ciclo de compresión de vapor. La mayoría de estas máquinas utilizan HCFC y refrigerantes HFC. Los refrigerantes HCFC y HFC son la causa del calentamiento global y el daño en la capa de ozono.

La tecnología de las máquinas de refrigeración tiene una contribución directa al daño del medio ambiente, incluyendo el agotamiento de la capa de ozono y el calentamiento global a través de fugas y descargas de refrigerantes sintéticos. Es por eso que utilizar amoníaco es importante ya que no daña el medio ambiente, aunque sea tan peligroso para los seres humanos, y poder llevarlo mediante la presión a temperaturas bajas como -50 grados Celsius es una de sus mayores ventajas (Negara & Arsawan, 2020).

El amoníaco es un gas tóxico, incoloro, de olor fuerte, que puede irritar la piel, los ojos y los pulmones, también puede ser explosivo o inflamable y tóxico si hay más de 100ppm en el ambiente (partes por millón). Cuando la concentración de el amoníaco supera las 300 ppm, puede provocar lesiones graves en la piel, sistema respiratorio, piel, ojos y dañar las células humanas, los desechos de granjas, fábricas, industrias químicas y minas son una fuente común de amoníaco que pueden contaminar los sistemas de agua. El exceso de amoníaco en el agua puede provocar la muerte de los seres vivos en el agua (Guspita & Ulianas, 2020).

El sistema de refrigeración por absorción es una tecnología bien conocida. Los sistemas de absorción, que pueden utilizar energía renovable como la energía solar y geotérmica o fuentes

de calor residual como los escapes de motores diésel y plantas industriales para producir frío, conllevan un ahorro de energía primaria, y por lo tanto reducción de emisiones. Además, los sistemas de absorción no contienen HFC y, por lo tanto, es ambientalmente amigable y se convierte en una alternativa competitiva a la refrigeración por sistemas de compresión de vapor. Similar al ciclo de compresión, el ciclo de absorción se basa en el enfriamiento y calentamiento, es un proceso asociado con cambios de fase de evaporación y condensación del fluido refrigerante en diferentes temperaturas y presiones.

El fluido de trabajo consta de refrigerante y un absorbente, de modo que la ebullición la temperatura se puede modificar cambiando la presión o la composición de la mezcla. Uno de los pares de fluidos de trabajo más comunes en los sistemas de refrigeración por absorción es el amoníaco / agua. En este par de trabajo, el amoníaco funciona como refrigerante y el agua como absorbente.

El amoníaco / agua se utiliza principalmente para fines de refrigeración, ya que puede producir frío por debajo de 0 ° C. Siendo fluidos naturales, ambos son libres de emisiones y amigables con el ozono, lo que da como resultado un potencial de calentamiento global cero (GWP) y potencial de agotamiento del ozono (ODP). Sin embargo, la característica del agua es volátil, por lo que es necesario agregar un componente adicional, a saber, rectificador, para minimizar la cantidad de agua que ingresa al condensador (Ariyadi & Coronas, 2016).

Ariyadi & Coronas (2016) afirma:

“ El sistema de refrigeración por absorción tiene cuatro componentes principales: absorbedor, generador, condensador, y evaporador. Entre estos, el absorbedor se considera la parte más crítica del sistema, tanto en términos de influencia en el rendimiento como en el coste del sistema. El líquido es deseable para aplicaciones de temperatura bajo cero. Por tanto, es fundamental investigar la característica de absorción del vapor de amoníaco en absorbente líquido iónico” (p. 2).

4.4 Proceso de Envasado

El proceso de envasado es uno de los más complejos, por el alto grado de automatización que implica, es por eso que es necesario hablar de él en este informe.

En cuanto al grado de aplicaciones de automatización, no es solamente importante para las industrias, pero también importante para una empresa para poder realizar sus capacidades de control o gestión.

En teoría, las tecnologías automáticas se aplican principalmente para mejorar la capacidad de fabricación, o para reducir el costo del producto y el uso de mano de obra, o para mejorar la calidad del producto o ambiente de trabajo, para reducir el uso de personal para trabajos peligrosos, para resolver problemas de fabricación, escasez de mano de obra, aumento de costes, requisitos de calidad y contaminación ambiental, y luego aumentar su competitividad.

Por tanto, el uso de La automatización ha sido gradualmente una política esencial para potenciar la industria. El objetivo de establecer una línea de productos de automatización es flexible y se puede obtener una fabricación óptima. Para alcanzar la meta de automatización *omni-inteligente*, una línea de productos de automatización debe tener las arquitecturas y capacidades de integrar unidades funcionales y ensamblar la secuencia de obras, que se compone de la disposición de las estaciones de trabajo, la gestión de objetos transmisión y los controles de máquinas o robots inteligentes.

Las apariencias concretas de las capacidades son de detección inteligente, comunicación de sistemas, análisis de *big data* y controles inteligentes (Liu, 2018).

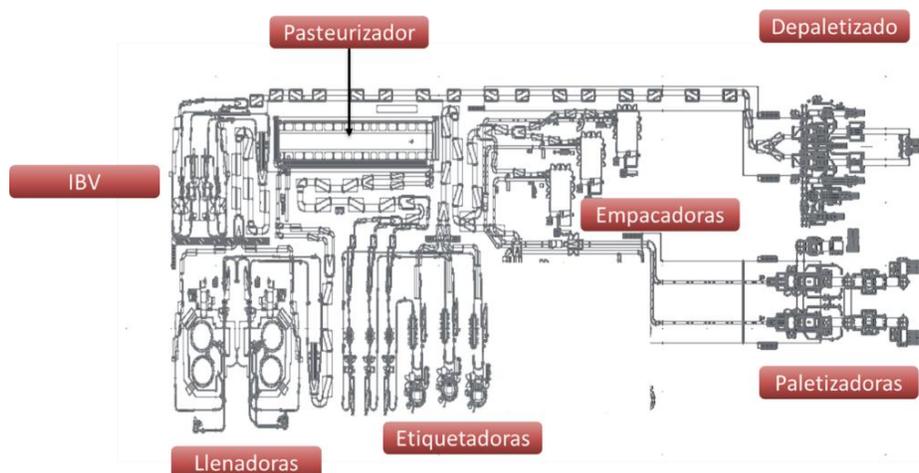


Figura 4. Línea de Envasado

Fuente: ABInBev (2019)

Una línea de envasado general, cuenta con cada una de las áreas mostradas en la figura 3. Primeramente, las botellas de vidrio vacías pasan por el depaletizador para luego ser llevadas a la lavadora de botellas, luego pasan al inspector de vacío y después de eso pasan a la llenadora y coronadora, una vez llenas pasan por el pasteurizador para eliminar cualquier microorganismo, para finalmente pasar por la etiquetadora y llegar a la paletizadora para luego ser empacada.

4.5 Mantenimiento Industrial.

Evaluar el desempeño es una necesidad para cualquier industria hoy en día, incluso en su forma más simple. La evaluación del rendimiento en el proceso de mantenimiento es un tema complejo ya que involucra varios insumos, productos y partes interesadas. Por tanto, es fundamental considerar todos los aspectos relevantes, así como los problemas y factores para el desempeño del mantenimiento predictivo. Las necesidades de las partes interesadas tienen que ser considerando diferentes organizaciones en los niveles jerárquicos.

El mantenimiento funciona como una función de apoyo importante en una empresa con una inversión en activos físicos importantes y juega un papel primordial en el logro de los objetivos de la organización. El rendimiento de un activo de ingeniería debe ser evaluado para ser gestionado. Para mejorar la función de mantenimiento, en cualquier contexto, es fundamental que su rendimiento tanto desde el exterior (el impacto en los clientes proceso de negocio que es el valor generado para el cliente) e interno (los procesos de trabajo en mantenimiento en sí mismo y su integración en la organización) sean juzgados. Los múltiples criterios como las necesidades jerárquicas, son necesidades e integración entre varias funciones y agencias dentro de la organización fundamentales para cumplir con las necesidades divergentes de las partes interesadas para el desempeño. En la industria manufacturera del Reino Unido, El gasto de mantenimiento oscila entre el 12 y el 23 por ciento de los costes operativos totales de la fábrica, se informó que el costo de mantenimiento para la industria alimentaria es de hasta 40-50% del costo operativo total (Parida, 2015).

Muchas aplicaciones industriales diferentes requieren el uso de baterías como medio para asegurar el funcionamiento de equipos eléctricos y electrónicos críticos. El desarrollo de vehículos eléctricos híbridos como alternativas a los vehículos que funcionan con combustible ha

aumentado el uso de pilas y convertirlas en una de los elementos críticos en el sector automovilístico e industrial. Las baterías en tales sistemas se utilizan como almacenamiento de energía y para complementar la potencia del motor durante la aceleración del vehículo o uso de la maquina industrial. También sirven para recuperar energía. En este campo, muchos estudios importantes sobre sistemas alternativos que optimizan el rendimiento se han informado del beneficio que brinda el uso de baterías en los equipos industriales. La batería hace posible garantizar la mínima energía de servicio requerida en caso de fallo en el sistema de alimentación (Munoz-Condes, 2013).

4.6 Robótica y Automatización.

La colaboración entre humanos y robots en un espacio de trabajo es una de las principales características de la Industria 4.0. La investigación orientada a los problemas en el campo de la automatización industrial incluye el desarrollo de robots más seguros en sistemas de interacción hombre-máquina. Debido a la estrecha colaboración entre humanos y robots, muchos de los problemas de la robótica y automatización industrial están asociados no solo con cuestiones técnicas, sino también con aspectos sociales. La optimización y automatización de la producción mediante la introducción de robótica brinda soluciones que son ampliamente utilizadas. En el futuro cercano, se convertirá en la base de todos los procesos comerciales.

Hoy en día, la automatización juega un papel importante en varios tipos de industrias, para minimizar los esfuerzos humanos y aumentar la productividad logrando satisfacer la demanda del cliente. La automatización es utilizada en diferentes tipos de industrias como la automovilística, electrónica, eléctrica, medica, armamentista y agrícola para mejorar la calidad de los productos y reducir los errores humanos, el costo y el tiempo (Kulkarni, 2019).

4.6.1 Automatización

Los requisitos de los usuarios de sistemas de automatización han estado cambiando constantemente. Las primeras necesidades fueron vigilancia y control en bucles repetitivos de procesos industriales. Durante las últimas décadas funciones como control avanzado, alarmas, interfaz a sistemas comerciales, etc. han sido optimizadas para cumplir con las necesidades de sus

usuarios.

(Nandgave, 2016) menciona:

La automatización es el uso de sistemas de control tales como control numérico, controles lógicos programables y otros sistemas de control industrial, junto con otras aplicaciones de TI (como CAD, CAM, CAX), para controlar maquinaria y procesos industriales, reduciendo la necesidad de recursos humanos. (p.1)

Al establecer una secuencia de pasos para realizar una determinada tarea de acuerdo con los datos obtenidos del entorno, el objetivo es que el proceso o sistema se controle a sí mismo. Una vez logrado lo anterior, se asume que el proceso ha sido automatizado, teniendo en cuenta que uno de sus principales usos es ayudar en las tareas que el ser humano necesita realizar en términos de precisión, rapidez y seguridad (Wang & Siau, 2019).

Cualquier sistema de control "automático" debe ser estable, lo cual es un requisito importante. En el campo de la industrialización, la automatización es un paso más allá de la mecanización. Si bien la mecanización proporciona a los operadores humanos equipo mecánico para ayudarlos a completar su trabajo, la automatización también reduce en gran medida la necesidad de requisitos sensoriales y espirituales humanos. Los procesos y sistemas también se pueden automatizar. La automatización juega un papel cada vez más importante en la economía global y los gastos diarios. Los ingenieros se esfuerzan por combinar equipos automatizados con herramientas matemáticas y organizativas para crear sistemas complejos para actividades y aplicaciones humanas (Nandgave, 2016) .

El concepto de estabilidad ideal, que se estima en absoluto, se refiere al hecho de que en un sistema de control las reacciones son completamente inmediatas a la manipulación de las variables de entrada. Para el sistema, sin embargo, un sistema debe tener una estabilidad relativa adecuada, es decir, la velocidad de reacción debe ser relativa. ser alto (según los sensores y actuadores utilizados) y tener un buen grado de flexibilidad. Un sistema de control debe poder reducir a cero un valor suficientemente pequeño, que se deriva de los límites de error que pueden ocurrir (Wang & Siau, 2019).

Hay dos campos en el sistema de producción. Uno es PA que representa por sus siglas lo que es la automatización de procesos y otro es FA que representa por sus siglas la automatización

en fábricas. El controlador utilizado para PA es DCS (*Distributed Control System*) que procesa principalmente señales analógicas. El DCS se originó a partir de una colección de controladores PID. El sistema de producción FA es el proceso de ensamblaje para todas las industrias grandes, que producen a grande escala y con suma eficiencia, como lo es la industria automotriz, industria de electrodomésticos, industria de cualquier tipo de bienes, etc. El controlador para FA es un PLC, controlador lógico programable por sus siglas que se ocupa principalmente de la señal ON / OFF y su origen es una secuencia de relé (Kuo, 2016).

Los controladores lógicos programables (PLC) implementan sistemas de control industrial que reaccionan continuamente al entorno a través de sensores y actuadores para completar diversas tareas y procesos de fabricación. El controlador lógico programable es un sistema de control que se puede programar por el usuario, este dispositivo es de estado sólido con funciones de lógica de control, clasificación, programación, procesamiento y recuento de datos aritméticos. Este dispositivo funciona como una computadora industrial con una unidad central de procesamiento, memoria, interfaces de entrada y salida y equipo de programación. La unidad central de procesamiento proporciona inteligencia del controlador, recibe datos e información de estado de varios dispositivos de detección (como interruptores de límite, interruptores de proximidad), ejecuta programas de control de usuario almacenados en la memoria y envíe los comandos de salida apropiados a dispositivos como válvulas solenoides, interruptores, etc. (Wang & Siau, 2019).

Según Kuo, (2016): " El PLC se inventó en respuesta a las necesidades de la industria automotriz estadounidense" (p.228).

En 1968, *GM Hydrometric* (División de Transmisión Automática de General Motors) emitió una propuesta electrónica para el reemplazo de los sistemas de relés cableados. El primer PLC fue designado 084 porque fue el resultado del Proyecto 84 de *Bedford Associates*. Dickey Morley es considerado el "padre" de PLC (Nandgave et al., 2016). La principal diferencia con otras computadoras y un PLC es que los PLC se fabrican para resistir diversas condiciones como polvo, humedad, calor y frío y tienen funciones para una amplia gama de configuraciones de entrada / salida.

Estas entradas y salidas son los que conectan el PLC a los sensores y actuadores que se requieren para realizar distintos procesos. El PLC lee los interruptores de límite, simula variables de proceso (como temperatura y presión) y posiciones complejas en el sistema. Algunos usan visión por computadora. En el lado del actuador, el PLC opera motores, cilindros neumáticos e hidráulicos, relés electromagnéticos, solenoides o salidas analógicas. El dispositivo de entrada / salida puede integrarse en un PLC simple, o el PLC puede conectar E / S externas a una red de computadoras conectada al PLC (Nandgave, 2016).

Como ejemplos de automatización industrial se incluyen sistemas de suministro de energía que son redes inteligentes, también sistemas de transporte como lo son los sistemas de manejo de equipaje en aeropuertos o sistemas de bandas transportadoras. Otro ejemplo pueden ser los robots industriales que pueden ser brazos robóticos en líneas de producción (Kuo, 2016).

Los PLC son un pilar en la automatización industrial, ya que es el instrumento más importante a la hora de realizarse procesos industriales. Este dispositivo es el encargado de controlar las producciones de industrias multimillonarias, mismas industrias encargadas de producir bienes utilizados por toda la población mundial, como son los automóviles, y otros productos materiales. Aparte de productos materiales, otro rol importante que cumple el PLC es en procesos industriales de producción y procesamiento de alimentos, algo fundamental que necesita y consume todas las personas alrededor del mundo (Sánchez-Martín, 2015).

El reciente avance de la automatización en la industria es respaldado por el continuo desarrollo de las redes industriales. Este crecimiento exponencial está impulsando la cuarta revolución industrial. Para cumplir con el requisito de la revolución industrial hay una evolución continua de la red industrial de Fieldbus a Ethernet que ha surgido una nueva oportunidad para integrar Técnica de redes definidas por software (SDN). Se propone una arquitectura de red denominada Industria definida por software Red de automatización (SDIAN) para permitir una alta flexibilidad y robustez en la red. La arquitectura propuesta promete proporcionar información en tiempo real comunicación, configuración dinámica en línea y flexible adaptación a los cambios en las conexiones y ubicaciones de las entidades de fabricación, ejemplifica las características de SDIAN (Ahmed, 2017).

4.6.2 Robótica

La idea de diseñar y construir algún tipo de máquinas o dispositivos que pudieran llevar a cabo las tareas repetitivas o pesadas, aliviando así a las personas de esta carga, se remontan a la antigüedad, ya que aparte de ofrecer un alivio a los trabajadores se aumenta la eficiencia de cualquier proceso. Desde hace mucho, algunos de estos dispositivos, que fueron llamados autómatas, han sido diseñados y creados por ingeniosos inventores, pertenecientes a diferentes civilizaciones a lo largo de los siglos (Ballard, 2016).

El término "autómatas" se refiere principalmente a dispositivos similares a los humanos, mientras que el término "robot" tiene un significado más general. Generalmente los autómatas son aquellas máquinas que tengan forma humana o animal, y que imita los movimientos corporales del ser vivo, es muy diferente al término "robot" que puede adoptar cualquier forma y tarea a la cual este diseñado para desarrollar. El origen del término "robot" se sitúa en tiempos más recientes, proviene de la palabra checa "*robotá*", que significa "trabajo pesado" o "trabajo forzoso". La introducción de este término se debe al escritor checo *Karel Čapek* (1890-1938), que lo utilizó por primera vez en 1920 en su novela "*R.U.R: Rossum's Universal Robots*" (Gasparetto & Scalera, 2019).

Es importante establecer que, gracias a los futuristas ingenieros y pensadores de hace muchos años, que colaboraban entre sí para diseñar máquinas con el fin de ayudar a los trabajadores en trabajos varios, se establecen las bases para el futuro, creando máquinas que mejoran determinados procesos y labores. Las aplicaciones industriales de la robótica adquirieron una importancia primordial en los últimos siglos, y no fue hasta la época de 1950 que dio inicio la "Robótica Industrial".

4.6.2.1 Robótica Industrial

La robótica es una disciplina sorprendentemente antigua y los robots han dado forma a la industria y a las diversas revoluciones durante muchas décadas obligando así que, con el tiempo, cada vez se elaboren diseños más eficientes y complejos. Algo que se ha mejorado indiscutiblemente es el tamaño, su autonomía, y la disminución del ruido que producen las partes mecánicas. Isaac Asimov utilizó por primera vez el término robótica en libros de ciencia ficción que inspiraron a científicos e ingenieros a desarrollar los primeros robots industriales. En ese

momento nació la tercera revolución industrial (Grau et al., 2017).

Gasparetto & Scalera (2019) menciona:

La historia de la robótica industrial se desarrolla convencionalmente en la década de 1950, aunque algunos avances en la automatización habían tenido lugar antes: como por ejemplo un dispositivo de pulverización de pintura "programable" y un "manipulador", por ejemplo. Sin embargo, el punto de inflexión de la robótica industrial se debió al genio de George Devol, quien diseñó en 1954 una "transferencia de artículos programable" (este fue el nombre dado cuando se presentó la solicitud de patente). Tal dispositivo fue la base para el desarrollo de *Unimate*, el cual se considera el primer Robot industrial "verdadero" en la historia (pg. 26).

En la actualidad, los robots han evolucionado de una manera casi increíble, siendo flexibles, rápido y mucho más inteligentes que los de hace unas décadas. Como parte de Industria 4.0, los robots se han convertido en la fuerza impulsora de la automatización donde nunca antes había estado. En comparación con los sistemas de producción de hace unos cuantos años, donde el operador humano y los robots están separados de acuerdo con los estándares de seguridad se ha cambiado mucho (Mohammed & Heidari, 2020).

La producción utilizando robótica avanzada y la colaboración humano-maquina ha crecido exponencialmente. El operador y el robot trabajan juntos en un único entorno de trabajo. En el futuro se llevará a cabo la automatización de procesos en el ámbito de la logística, la salud y los servicios públicos por sistemas robóticos. El principal campo de aplicación de la robótica es la industria, y eso ha quedado claro a lo largo del tiempo, no hay automatización sin robotización (Galin & Meshcheryakov, 2019).

4.7 Industria 4.0

Caminando por ferias de automatización industrial o asistiendo a conferencias y seminarios industriales, estará literalmente bombardeado por mensajes de "INDUSTRY 4.0 READY". El término Industria 4.0 está destinado a implicar nada más y nada menos que una "Cuarta revolución industrial".

La primera revolución industrial generalmente se considera cuando la máquina de vapor

hizo la potencia del mismo explotable abriendo la era de la industria, la segunda revolución industrial se considera generalmente como la aplicación de la electricidad para crear producción en masa, especialmente en la nueva industria automotriz; la tercera revolución industrial es generalmente vinculado al uso extensivo de la electrónica y tecnología de la información para automatizar la producción. Las tres revoluciones estuvieron ligadas a invenciones basadas en descubrimientos científicos revolucionarios y sus primeras aplicaciones en un nuevo entorno industrial, inclusive inventos revolucionarios, como el sistema inalámbrico de Marconi, siendo columna vertebral de las telecomunicaciones, las IOT no se consideran revoluciones para la industria. Por lo tanto, el concepto de Industria 4.0 no es una revolución técnica vinculada a un descubrimiento científico revolucionario, y probablemente no haya fundamentos científicos (Bassi, 2017).

Líderes de la industria, principalmente de Alemania, donde el término "Industria 4.0" nacida en 2011, son extremadamente optimistas y están creando grandes expectativas en torno a esta nueva industria, probablemente con el objetivo tácito de responder a las enormes inversiones de los nuevos "Cuatro Grandes de EE. UU." (Amazon, Google, Apple, Facebook) que están acelerando sus actividades para entrar en nuevos campos industriales acaparando una desproporcionadamente grande cuota de mercado desde hoy líder del mercado consolidado.

4.7.1 Mantenimiento predictivo 4.0 como siguiente paso evolutivo en el mantenimiento industrial.

Desde el punto de vista de las necesidades y la prosperidad de práctica operativa, máquinas y equipos tienen una posición central en cada empresa. En términos de competitividad en un mundo globalizado, las empresas deben desarrollar sinérgicamente todas las áreas, procesos y sistemas que se están implementando. El desarrollo de estos componentes ayuda a avanzar y desarrollar la competencia. Por esta razón, los problemas de mantenimiento de maquinaria y equipo también son importantes. El historial de mantenimiento es también una historia de la cultura y una imagen del concepto industrial y la filosofía. Un mantenimiento es esencial para obviar paros mayores de producción, especialmente en tiempos de crisis y reducción del volumen de negocios, aumento de los costos de la energía, materiales y mano de obra. En la actualidad, se gastan más de 1.500.000 millones de euros al año en mantenimiento, reparación y

renovación (MRO) solo en el UE y más de 7, 000 millones de euros en todo el mundo. Mas de 50 millones de puestos de trabajo están directamente vinculados al MRO y 150 millones de forma indirecta. Sin embargo, los requisitos para las MRO están aumentando y, especialmente en tiempos de crisis financiera y presupuestos reducidos, son difíciles de cumplir. Normativas y la legislación se endurecen y satisfacen las exigencias requisitos, sin mencionar las demandas de los clientes, pero las demandas de la última tecnología y considerando necesidades y principios económicos y medioambientales. Sin embargo, la industria de los módems no puede funcionar de manera eficiente sin herramientas rápidas, modernas e innovadoras para mantenimiento de herramientas y equipos (Poor, 2019).

En la era de la Industria 4.0, los gerentes de mantenimiento necesitan habilidades técnicas adicionales y deben ser capaces de gestionar los procesos de mantenimiento, para gobernar el impacto que el mantenimiento tiene en los otros sectores de calidad, de eficiencia y también de seguridad. Cada vez se dedican más recursos a la gestión de mantenimiento y esto condujo a una gran cantidad de empresas para gestionar el mantenimiento no solo de forma directa pero también con mando a distancia: ahora existe la posibilidad para adquirir y procesar datos con software y más importante con bajos costos.

Hay dos nuevas tendencias: la capacidad de analizar la enorme cantidad de datos que los activos y las máquinas producen durante su vida y la capacidad de analizar las necesidades de los grupos de interés, para contribuir en la creación de valor añadido acorde con las necesidades de la empresa. Los procesos de producción se volverán más y más inteligente en los años siguientes debido a la nueva tecnología. Identificación por radiofrecuencia (RFID), Control de supervisión y adquisición de datos (SCADA), Near Field Communication (NFC), Sensor inalámbrico de Redes y actuadores (WSAN) y sensor inalámbrico de redes (WSN) son algunas de las nuevas tecnologías que apoyan el diagnóstico de fallas y la condición de mantenimiento con activos aplicados en las máquinas.

Con la transición a las cadenas digitales, aumentará la eficiencia y se crearán nuevos modelos de negocio posibles a través de sensores y conectividad; los productos se enriquecerán con servicios individuales, como mantenimiento, o transformándose en un servicio total integrado, como el fabricante de equipos originales (OEM). La mejora lograda es ofrecer servicio

al cliente para cada área de negocio. El fabricante de la máquina que utiliza Industria 4.0 iniciada en el último año puede aumentar el negocio: ellos, de hecho, no venden sólo máquinas, sino que ofrecen al cliente también el mantenimiento preventivo y todo tipo de mantenimiento que sus máquinas necesiten durante los procesos de producción. El mantenimiento no es una sola actividad interna, pero se convierte en un servicio que puede vender a sus clientes. Por ejemplo, Skoda comienza a ofrecer el servicio de mantenimiento a sus clientes. En Italia la situación es un poco diferente y solo las grandes empresas comenzaron a alinear su negocio con los principios de la industria 4.0 (Poor, 2019).

4.7.2 Impacto de la industria 4.0 en la industria alimentaria.

El avance tecnológico podría estar vinculado a uno de las principales causas de los desafíos de sostenibilidad que enfrenta el mundo hoy día. Cuanto más avanzada se vuelve la tecnología, más surgen necesidades que resultan en una mayor emisión de gases de efecto invernadero, perjudicando al medio ambiente. Se cree que esto es responsable del calentamiento que es la principal causa del cambio climático. Entretanto, este mismo avance tecnológico y digitalización si bien utilizado podría utilizarse para resolver estos problemas de sostenibilidad eso parece ser una amenaza para la sociedad. Integración de la nueva revolución industrial (Industria 4.0) en la cadena de suministro industrial afecta la gestión y la logística contribuyendo en gran medida a respaldar el objetivo de desarrollo sostenible (ODS) que se está predicando y trabajado todos los días.

El procesamiento y la fabricación de alimentos comienza en la granja, donde se producen las materias primas necesarias y termina en la mesa de los consumidores. Esta cadena de suministro debe ser monitoreada desde el principio hasta el final para garantizar la seguridad y salubridad de los productos. La seguridad es primordial en la industria alimentaria debido a que la integridad de las personas está involucrada. La cadena de suministro de alimentos es compleja y complicada teniendo en cuenta el factor de deterioro de los alimentos y la seguridad en los productos agrícolas, por lo tanto, se necesita un mejor plan dentro de cada parte de la cadena de suministro durante el procesamiento de alimentos y fabricación de los mismos. La cadena de suministro de alimentos se puede describir como las principales actividades llevadas a cabo con los productos agrícolas de estado de producción hasta su distribución para el consumo, esta

cadena, por lo tanto, necesita ser controlada y monitoreada para prevenir desperdicio y garantizar productos finales de buena calidad (Ojo, 2018).

4.7.2.1 Procesamiento y manufactura

Esta parte del suministro en la cadena viene en dos etapas principales que se ejecutan en diferentes fábricas, pero conectadas y sincronizadas con el uso de los sistemas de comunicación de la Industria 4.0 para garantizar la mejor calidad. La primera etapa de esta producción se conoce como transformación que procesa la cebada que luego su fruto es la malta, que luego se convierte en mosto y posteriormente en cerveza. El proceso involucrado en esto podría incluir, limpieza, clasificación, pesaje, trituración, etc. Otros procesos como refinado, centrifugación, decantación, pruebas y lotes vienen luego para completar el proceso de transformación. La segunda etapa es el envasado que implica el embotellado y etiquetado de los productos terminados de acuerdo con los tamaños requeridos y marcados. El material necesario para el envasado y etiquetado de estos productos terminados están siendo manejados por el subcontratado de la empresa, pero las operaciones se sincronizaron con la empresa para la producción continua. Las botellas de vidrio automáticamente entran en una línea de producción de la fábrica donde están llenados con el contenido requerido. Cada operación está completamente integrada en la Industria 4.0, donde la mayoría de estas operaciones se realizan con el uso de software y otros componentes de Industria 4.0 que incluyen Cloud Computing, Automatización / Robótica inteligente, Sistemas ciber físicos, Internet de las cosas (IoT), con poca aplicación de Big Data (Ojo, 2018).

V. Desarrollo

El ingreso a la Cervecería Hondureña es un proceso que con lleva varias etapas, principalmente charlas de seguridad. Siendo miembros del grupo AB InBev la seguridad se toma como un pilar fundamental, haciéndolo parte de nuestro día a día para un mejor cuidado con nosotros mismos.

5.2 Descripción de los trabajos realizados

5.2.1 Charlas de Seguridad

Para AB InBev las charlas de seguridad son sumamente importantes y es de vital importancia que cada una de las personas que se encuentren en el rubro conozcan, ya que nos encontramos en constantes condiciones inseguras que ponen en riesgo la integridad personal. La política define la inducción mínima de seguridad, capacitación de coaching que se debe proporcionada a los empleados de AB InBev (incluidos los trabajadores temporales, pasantías, estudiantes, etc.), y contratistas para garantizar que el trabajo se realizará de manera segura y saludable de acuerdo con todos los procedimientos AB-InBev aplicables, previniendo lesiones e incidentes y esas funciones y las responsabilidades se entienden bien con respecto a:

- Seguridad personal, seguridad de compañeros de trabajo, contratistas, proveedores de servicios y visitantes.
- Prevención de lesiones e incidentes.
- Rendimiento de seguridad general de la planta.

Los cursos obligatorios para AB InBev son:

- Conservación Auditiva: El programa presenta los riesgos principales de no utilizar el EPP adecuado al estar en un ambiente con un alto número de decibeles, aproximadamente 90dB en cada línea de producción. Lo cual puede ocasionar un deterioro permanente o temporal del órgano auditivo.
- EPP (Equipo de Protección Personal): Al implementar esta política y asegurarse de usar el EPP correcto, podemos minimizar la exposición a riesgos laborales específicos.
- Protección contra caídas: Al momento de realizar trabajos en altura se debe utilizar el EPP

adecuado, un trabajo es considerado en altura cuando este está en una altitud mayor de 190 cm.

- Protección de seguridad en la máquina: El programa muestra la importancia de SAM y LOTOTO al momento de intervenir en una máquina.
- Seguridad Eléctrica: Nunca se debe trabajar en equipos eléctricos en vivo. Trabajar en vivo, puede justificarse si no es razonable trabajar en el completamente “muerto” siempre y cuando se tomen como permiso de trabajo, supervisión, persona de reserva, blindaje de piezas y solo empleados calificados. Además, se debe utilizar SAM y LOTOTO.
- Seguridad Montacargas: El programa muestra la importancia de la utilización de montacargas solo si se cuenta con la capacitación suficiente. Además de que se considera una regla de oro (no se acepta un incumplimiento) que no exista contacto de una persona con un montacarga.
- Trabajo en Calor: Para poder realizar este tipo de trabajos se debe tener la adecuada capacitación y certificaciones, además de un permiso de trabajo y el EPP adecuado.
- Seguridad de químicos peligrosos: El programa organizativas y de comportamiento para asegurar que los peligros de las sustancias peligrosas se manejan adecuadamente para que los riesgos de exposición y contacto con empleados se eliminan.
- Espacios confinados: El Programa de espacios confinados define medidas técnicas, organizativas y de comportamiento para garantizar entrada segura de los trabajadores en espacios confinados y espacios confinados que requieren permiso para realizar ambas rutinas y tareas no rutinarias.
- Trabajo en alturas: La Cervecería Hondureña implementa medidas para asegurar que el trabajo completado en las alturas sea evitable, restringido y hecho de manera segura para evitar caídas desde las alturas.
- Manejo de equipos de izaje: El programa de equipos de elevación define medidas técnicas, organizativas y de comportamiento para garantizar la seguridad práctica de trabajo cuando se trabaja con equipos de elevación.
- Prevención de Explosiones e Incendios: El programa de prevención de explosiones define medidas técnicas, organizativas y de comportamiento para proteger contra atmósferas explosivas potenciales (una mezcla de sustancias combustibles en forma de gas, vapor, niebla, polvo o fibras mezcladas con aire en condiciones atmosféricas que, después del encendido, provocan que la

reacción extenderse a la mezcla no quemada) y garantizar la seguridad de todos los trabajadores. Al finalizar cada curso en línea se otorga un certificado de Coca-Cola. A pesar de que cada uno tiene un grado de importancia es indispensable destacar el uso correcto del EPP, cada área tiene un EPP básico. Lo esencial para entrar, ya sea a la planta de refrescos o la de cervezas es:

- Casco
- Calzado adecuado (burros punta de hierro)
- Chaleco reflectivo
- Gafas
- Tapones auditivos

Sin estos requisitos básicos no le será permitido ingresar al área de producción. Además, en la líneas de vidrio es obligatorio el uso de cofia para poder mantener un ambiente lo más higiénico posible.

5.2.2 Trabajo Técnico

1. Regular el nivel de Bunker introducida a la caldera. El bunker es el combustible el cual produce la combustión para generar el vapor necesario para el área de cocimiento. El nivel mostrado en la HMI era demasiado alto, produciendo humo y removiendo todo el oxígeno necesario para la evaporación del agua, se regulo la cantidad de bunker introducido en el sistema y se calibro el sensor de oxígeno que mostraba lecturas erróneas.
2. En la sala centrifuga, la cual se encarga de la remoción de la levadura una vez terminada la fermentación, hay dos sensores de nivel, mínimo y máximo, que indican la cantidad de mosto entrando a la recamara. Uno de estos sensores de nivel estaba fallando, lo que hacía que el proceso no iniciara, por lo tanto, se abrió el panel y se realizó el respectivo bloqueo para poder trabajar en el controlador de los sensores. La máquina estuvo parada 5 horas aproximadamente, y después de hacer muchas pruebas y cambiar conectores se pudo arreglar, haciendo unas conexiones diferentes en el controlador de los sensores.
3. Se llenaron los permisos de trabajo en altura, y permiso de trabajo general para que los contratistas pudieran instalar un sensor de gas metano en la planta de efluentes, la cual es la de tratamiento de agua. Se inspecciono que tuvieran el equipo adecuado y todas las medidas de seguridad para elaborar el trabajo, al final se llegó a la conclusión de que la

posición en la cual iban a instalar el sensor era de alto riesgo, ya que el controlar del mismo no era anti explosión, y en el área de instalación había una alta concentración de gas metano, se realizó una evaluación en los alrededores y se escogió otro lugar seguro de instalación.

4. El panel de control del pozo 10 se sobrecalentó y eso produjo que se quemaran los contactores y demás componentes. Eso ocurrió a inicios del mes de enero del 2021, antes de la llegada del practicante en cuestión. Después de llegado el practicante, surgió la necesidad de poner a trabajar dicho pozo, ya que había fallas en otros pozos, y eso provoco una falta de agua en el tanque elevado catastrófica, por lo que se decidió instalar el panel y dejarlo de forma manual, sin ningún PLC, solo directamente al breaker, encendiéndolo y apagándolo manualmente. Se procedió a instalar los componentes necesarios para el panel, guardamotor, contactor, breaker y un pasa corriente.



Figura 5. Panel de Control de pozo 10
Fuente: Propia (2021)

5. Limpieza de paletizadora. Se limpio y verifco el correcto funcionamiento de la paletizadora, en el cabezal precisamente, el cual se encarga de tomar las cajas de cerveza previamente empacada para paletizarla y que el montacargas pueda ponerla en el camión distribuidor.

La paletizadora tiene un radar, y la función del mismo es detectar cualquier irregularidad en su entorno, si detecta algo en su entorno entonces este proceso se detiene por seguridad, se encontraba dañado y se procedió a buscar el controlador en el panel de control para revisarlo, se pudo revisar de esa manera ya que anteriormente un ingeniero explico cómo leer los diagramas eléctricos elaborados por kronos.

Se buscó en el libro de diagramas de todos los paneles de la línea 3 mediante su nomenclatura.



Figura 6. Paletizadora L3
Fuente: Propia.

6. El variador de una de las bombas *booster* (las cuales se encargan de mandar el agua de los tanques de medio millón y 1 millón de litros al tanque elevado) mostraba un error el cual era F008. Se procedió a buscar la falla en el manual de fabricante y se llegó a la conclusión de que se sobrecalentaba. Se desarmó el variador y se verificó el correcto funcionamiento de los ventiladores, y efectivamente uno de ellos se encontraba dañado. Se procedió a desarmar un variador que no estaba en uso y se cambiaron los ventiladores, antes de eso probándolos y verificando que funcionaran correctamente. Luego se instalaron y se instaló el variador de nuevo solucionando el problema.



Figura 7. Desarmando variador de frecuencia.

Fuente: Propia.

7. Verificación de falla de servomotor responsable de empujar las cajas rechazadas en el inspector de cajas, que se encuentra antes de la desempacadora de botellas. El servomotor igualmente tenía la falla de que no medía la fuerza con la que golpeaba las cajas, rompiendo las botellas cada vez que rechazaba la caja. Al final se concluyó que el controlador estaba

malo, y se debía de cambiar inmediatamente ya que el cable se encontraba en condiciones funcionales al igual que el motor, salvo por el programa de regulación de fuerza, pero el controlador era el culpable de dicha falla.



Figura 8. Servomotor del inspector de cajas

Fuente: Propia (2021)

5.2.3 Trabajo Metrológico L3

El trabajo metrológico consiste en levantar inventario y calibrar todos los equipos relacionados con la calidad de la cerveza, como manómetros, sensores de presión, sensores de temperatura, medidores duales y transductores de presión.



Figura 9. Línea 3 vista desde la parte superior del pasteurizador

Fuente: Propia (2021)

5.2 Cronograma de actividades

	Actividades	Semana									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		18-24 Enero	25-31 Enero	1-7 Febrero	8-14 Febrero	15-21 Febrero	22-28 Febrero	1-7 Marzo	8-14 Marzo	15-21 Marzo	22-28 Marzo
1	Charla de Seguridad										
2	Recorrido por planta(elaboracion)										
3	Recorrido por planta(ensvasado)										
4	Trabajo Tecnico L1,L2,L3.										
5	Trabajo Metrologico L3										
6	Programación Electrovalvulas										
7	Diagrama Seguimiento(KISTERS)										
8	Trabajo Tecnico (Elaboracion)										
9	Inventario en "Gran Taller"										
10	Inventario en "Cargo Directo"										

Charla de seguridad: Consiste en dar una introducción a todas las costumbres que tiene la empresa en cuanto a seguridad se refiere, todos sus protocolos y normas a seguir en determinadas situaciones, como mantenimiento o evacuación.

Recorrido por planta (Elaboración): Esta actividad consiste en dar un recorrido por el área de elaboración de la planta, la cual consta de tres áreas; cocimiento, fermentación/maduración, filtración.

Recorrido por planta(ensvasado): Esta actividad consiste en dar un recorrido por las tres líneas de envasado de la planta cerveza, explicándose detalladamente el proceso y la función de cada una de las maquinas, exponiéndose que la línea 1 envasa botellas de 12 oz y 24oz, la línea 2 es de lata y la 3 de 12 oz exclusivamente.

Trabajo Técnico (Elaboración): Esta actividad consistió en seguir al personal de mantenimiento del área de elaboración y ayudar en las tareas preventivas y correctivas, estas fueron detalladas en el presente informe.

Trabajo técnico L1, L2, L3: Esta actividad consiste en dar un seguimiento de los trabajos técnicos que realiza el personal de mantenimiento en cada una de las líneas de envasado, resolviendo problemas durante y antes de producción, aplicando mantenimiento preventivo y correctivo de ser necesario. Esta actividad se realiza a lo largo de toda la práctica, siendo la mas importante, pues se trabaja directamente en el área de ingeniería, reparando equipos sumamente caros y

complejos, aplicando muchos principios de automatización, mecánica y electrónica.

Levantamiento Metrológico L3: Esta actividad consta de identificar todos los equipos que se encargan de asegurar la calidad de la cerveza en la lavadora de botellas, llenadora de botellas, pasteurizador y el CIP, el que se encarga de limpiar todas las tuberías cuando la línea esta en mantenimiento.

Programación Electroválvulas: La actividad consiste en programar un módulo de 16 electroválvulas que se utiliza en la llenadora de botellas de la línea 1, el programa consiste en probar cada una de ellas mediante las salidas del PLC, activándose una por una un breve espacio de tiempo simulando tal y como lo harían en producción. Se programo en un PLC S7300, en el software de TIA PROTAL.

Diagrama Seguimiento (KISTERS): Se ven los parámetros de la KISTERS la cual es la máquina que empaca las latas en la línea 2, esta falla muy seguido entonces se parametrizaron todos sus valores y cuando estos se pierden, gracias al *backup* realizado con anterioridad se puede poner en funcionamiento de nuevo.

Inventario “gran taller” y “carga directo”: Esta actividad consta de convertir la bodega de carga directo en un espacio 5s, es decir, ordenado de una determinada manera. Esto simplifica la búsqueda de repuestos lo que conlleva a una eficiencia aun mayor cuando se trata de mantenimiento correctivo, ya que este se realiza generalmente cuando la línea está en producción, y tener una bodega con los repuestos inventariados de la manera 5s aumenta la eficiencia de búsqueda hasta en un 80%.

VI. Conclusiones

5.1 Conclusión General

El trabajo técnico preventivo es una de las mayores armas para poder mantener la producción a nivel óptimo, así como el funcionamiento de las máquinas, y contar con una respuesta rápida con los mantenimientos correctivos hace que la productividad se mantenga o suba, es importante entender la magnitud de los paros en la producción, ya que en algunos casos son perdidas millonarias, por la cantidad de tiempo parado y por la adquisición de repuestos, una de las dos cosas se puede evitar manteniendo un inventario de los repuestos críticos, mejorando así el tiempo de paro, ya que el costo del equipo no se puede escatimar.

5.2 Conclusión específica

- El estudio metrológico en las líneas de envasado es una de las mayores herramientas para mantener la calidad de la cerveza y la integridad de las máquinas.
- Mantener un control de todos los equipos en bodega e incluso en el laboratorio aumenta exponencialmente la velocidad a la que se puede solucionar cualquier problema.

VII. Recomendaciones

- Verificar que todas las ordenes de mantenimiento predictivo se estén cumpliendo a cabalidad, para evitar cualquier falla.
- Mantener el orden en la bodega de cargo directo, para agilizar el trámite de búsqueda de repuestos.
- Bloquear maquinaria siempre que se realicen trabajos de alto riesgo, para salvaguardar la integridad del trabajador.
- Mantener un inventario de todos los repuestos críticos de las máquinas de la línea de envasado, ya que hay repuestos que solo se encuentran en Europa y el no tenerlos a mano dificulta mucho la reparación de cualquier equipo.
- Hacer inspección al menos dos veces a la semana de todo el equipo que puede sufrir desgaste, como ser motores y variadores de frecuencia, ya que algunos no cuentan con la refrigeración adecuada para su correcto funcionamiento.

Bibliografía

- Ahmed, K., Nafi, N. S., Blech, J. O., Gregory, M. A., & Schmidt, H. (2017). Software defined industry automation networks. *2017 27th International Telecommunication Networks and Applications Conference (ITNAC)*, 1–3. <https://doi.org/10.1109/ATNAC.2017.8215391>
- Ariyadi, H. M., & Coronas, A. (2016). Absorption Capacity of Ammonia into Ionic Liquids for Absorption Refrigeration Applications. *Journal of Physics: Conference Series*, 745, 032105. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/745/3/032105>
- Armatmontree, A., San-Um, W., & Keatmanee, C. (2018). Design and Analysis of a Hammer Mill Machine in High-Efficacy Recycle Process. *2018 International Conference and Utility Exhibition on Green Energy for Sustainable Development (ICUE)*, 1–6. <https://doi.org/10.23919/ICUE-GESD.2018.8635728>
- Ballard, L., Sabanovic, S., Kaur, J., & Milojevic, S. (2016). George Charles Devol, Jr. [History]. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 19(3), 114–119. <https://doi.org/10.1109/MRA.2012.2206672>
- Bassi, L. (2017). Industry 4.0: Hope, hype or revolution? *2017 IEEE 3rd International Forum on Research and Technologies for Society and Industry (RTSI)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/RTSI.2017.8065927>
- Brusso, B. C. (2018). 50 Years of Industrial Automation [History]. *IEEE Industry Applications Magazine*, 24(4), 8–11. <https://doi.org/10.1109/MIAS.2018.2820440>
- Cervecería Hondureña—Mensaje de la presidencia. (s/f). Recuperado el 6 de febrero de 2021, de <https://www.cerveceriahondurena.com/mensaje-de-la-presidencia>

- Elumalai, R., Sridhar, P., Malmurugan, N., & Nagappan. (2007). Computer based off line haze meter to measure beer haze and to determine the purity of beer. *2007 IET-UK International Conference on Information and Communication Technology in Electrical Sciences (ICTES 2007)*, 616–620.
- Galín, R., & Meshcheryakov, R. (2019). Automation and robotics in the context of Industry 4.0: The shift to collaborative robots. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 537, 032073. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/537/3/032073>
- Gasparetto, A., & Scalera, L. (2019). A Brief History of Industrial Robotics in the 20th Century. *Advances in Historical Studies*, 08(01), 24–35. <https://doi.org/10.4236/ahs.2019.81002>
- Grau, A., Indri, M., Bello, L. L., & Sauter, T. (2017). Industrial robotics in factory automation: From the early stage to the Internet of Things. *IECON 2017 - 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, 6159–6164. <https://doi.org/10.1109/IECON.2017.8217070>
- Guspita, D., & Ulianas, A. (2020). Optimization of complex NH₃ with Cu²⁺ ions to determine levels of ammonia by UV-Vis spectrophotometer. *Journal of Physics: Conference Series*, 1481, 012040. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012040>
- Hasan, M., Saidi, T., Muyasir, A., Alkhaly, Y. R., & Muslimyah, M. (2020). Characteristic of calcined diatomaceous earth from Aceh Besar District—Indonesia as cementitious binder. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 933, 012008. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/933/1/012008>
- Kulkarni, A. A. (2019). Applications of Automation and Robotics in Agriculture Industries; A Review. *Materials Science and Engineering*, 8.
- Liu, C.-S., Yan, S.-X., & Lai, T.-H. (2018). The establishment of an integrated automation production

- line with multiple monitoring and control loops. *2018 IEEE International Conference on Applied System Invention (ICASI)*, 968–971. <https://doi.org/10.1109/ICASI.2018.8394432>
- M. Y. Kuo, M., Andalam, S., & S. Roop, P. (2016). Precision Timed Industrial Automation Systems. *Proceedings of the 2016 Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition (DATE)*, 1024–1025. https://doi.org/10.3850/9783981537079_0186
- Mohammed, O. T., & Heidari, M. (2020). *A BETTER HUMAN-MACHINE INTERACTION*. 5.
- Munoz-Condes, P., Gomez-Parra, M., Sancho, C., San Andres, M. A. G., Gonzalez-Fernandez, F. J., Carpio, J., & Guirado, R. (2013). On Condition Maintenance Based on the Impedance Measurement for Traction Batteries: Development and Industrial Implementation. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 60(7), 2750–2759. <https://doi.org/10.1109/TIE.2012.2196895>
- Nandgave, A., Deshbhratar, H., & Khandare, S. (2016). Industrial Drives & Automation using PLC. *International Journal of Engineering Research*, 3(2), 7.
- Negara, I. P. S., & Arsawan, I. M. (2020). The analysis of cooling system working performance by using pure R 410a refrigerant with the results of R 410a recycle. *Journal of Physics: Conference Series*, 1450, 012096. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1450/1/012096>
- Ojo, O. O., Shah, S., Coutroubis, A., Jimenez, M. T., & Munoz Ocana, Y. (2018). Potential Impact of Industry 4.0 in Sustainable Food Supply Chain Environment. *2018 IEEE International Conference on Technology Management, Operations and Decisions (ICTMOD)*, 172–177. <https://doi.org/10.1109/ITMC.2018.8691223>
- Parida, A. (2008). Maintenance performance assessment (MPA) framework for engineering asset. *2008 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*,

1351–1354. <https://doi.org/10.1109/IEEM.2008.4738090>

Poor, P., Basl, J., & Zenisek, D. (2019). Predictive Maintenance 4.0 as next evolution step in industrial maintenance development. *2019 International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering (SCSE)*, 245–253. <https://doi.org/10.23919/SCSE.2019.8842659>

Rodriguez, L., Vinces, L., Mata, N., & Carpio, C. del. (2019). Development of an Automatic Equipment for Craft Beer Maceration. *2019 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias en Ingeniería (CONIITI)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/CONIITI48476.2019.8960840>

Sánchez-Martín, F. (2015). Historia de la robótica: De Arquitas de Tarento al Robot da Vinci. (Parte II). *Actas Urol Esp.*, 12.

Wang, W., & Siau, K. (2019). Artificial Intelligence, Machine Learning, Automation, Robotics, Future of Work and Future of Humanity: A Review and Research Agenda. *Journal of Database Management (JDM)*, 30(1), 61–79. <https://doi.org/10.4018/JDM.2019010104>

Weeks, M. (2015). Arduino controlled brewing. *SoutheastCon 2015*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/SECON.2015.7132950>

Zhang, J., & Liu, J. (2019). BP neural network PID temperature control of beer fermentation tank. *Journal of Physics: Conference Series*, 1176, 052002. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1176/5/052002>

Zhang, Z., & Zhou, Q. (2021). The Study of Multivariate Fuzzy Neural Scheme in Controlling Temperature during Beer Fermentation. *Journal of Physics: Conference Series*, 1732, 012140. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1732/1/012140>

Zhenxun Yu & Bingzhi Dong. (2011). Purification of micro-polluted raw water by a pilot-scale bio-diatomite dynamic membrane reactor. *2011 International Symposium on Water Resource and Environmental Protection*, 1215–1218. <https://doi.org/10.1109/ISWREP.2011.5893234>