

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO KAIZEN PARA MEJORAR EL CONSUMO DE AGUA EN LAVADORA DE BOTELLA DE UNA CERVECERA.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA

GUSTAVO ALEXIS RESÉNDIZ GÓMEZ

Dir. de trabajo profesional: Ing. Richard Gilberto González Padilla

COACALCO DE BERRIOZABAL, MÉX. marzo, 2024.

Agradecimientos

A mi madre Epifanía Severa Gómez Torres

Por todo el apoyo que me has brindado a lo largo de mi vida, principalmente por darme la oportunidad de estudiar una carrera, gracias por siempre darme los mejores consejos, por creer en mí una y mil veces. Gracias madre, por los ánimos que me das para no rendirme, siempre has sido el pilar de nuestra familia y una mujer muy capaz a quien le tengo una gran admiración, respeto y mucho, mucho amor.

A mi padre Gustavo Reséndiz Cedillo

Por tenerme paciencia y dedicarme el tiempo necesario para mis estudios, gracias padre, por darme el ejemplo de cómo ser una persona noble, respetuosa y alegre, por enseñarme a dar y ayudar sin esperar nada a cambio, simplemente gracias por ser el mejor padre y ser humano que la vida me pudo dar, deseo de todo corazón, que un día no muy lejano nos encontremos leyendo esto y lloremos de felicidad por estar juntos de nuevo.

A mi hermano Gabriel Aarón Reséndiz Gómez

Por tenerme paciencia y aguantar mi carácter en momentos de estrés, gracias hermano, por tu apoyo incondicional, eres el hermano menor y me has enseñado muchas cosas valiosas, eres una persona muy capaz y con sueños grandes, sé que los vas a lograr y festejaremos juntos.

A mi novia Tanhia Jaqueline Cedillo Fonseca

Por tu valioso apoyo y aliento para continuar cuando parecía que no lo iba a lograr, gracias por estar conmigo en los buenos y malos momentos, me siento muy afortunado de tenerte conmigo, te amo.

A Salvador Galicia

Fiel compañero y amigo, por compartirme sus conocimientos sobre la operación en la máquina y buenas prácticas de la operación. ya que, sin su gran experiencia y ayuda, este proyecto no hubiera sido posible.

Al Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco y maestros, por haber sido la fuente de conocimientos en estos años de formación profesional.

A mis sinodales

Gracias por darme la oportunidad y por el tiempo que han dedicado para este trabajo.

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo, reducir el consumo de agua en lavadora de botella, equipo crítico dentro de una empresa cervecera por su alto consumo de agua, se propuso la implementación del método Kaizen como sistema de mejora continua.

Kaizen es una palabra japonesa que se compone de dos sinogramas de escritura japonesa que significan “bueno” y “cambio”, actualmente, Kaizen se refiere a un sistema de mejora continua en el que las pequeñas, pero constantes mejoras, acumulan grandes beneficios a largo plazo.

Para implementar el método Kaizen se presentó el proyecto con los lideres del departamento, obteniendo la autorización para dar inicio con la implementación del proyecto.

Entre los distintos métodos de mejora continua, como herramienta de gestión y seguimiento, se utilizó el formato A3, que va de la mano con el ciclo de Deming (PDCA) siendo el que más se adecuaba al proceso y a la búsqueda de causas para la elaboración del estudio.

Una vez concluido el método Kaizen, y logrando completar el plan de acción, se logró reducir el consumo de agua en 14% por debajo del consumo inicial, además los lideres de mejora enfocada optaron por lanzar nuevos eventos Kaizen, ya que les pareció un excelente método para integrar a todo el personal en planta, principalmente operadores, debido a la continua convivencia con las máquinas, se sabe que son los expertos en las mismas.

Tabla de contenido

Tabla de contenido
Capítulo I. Generalidades del proyecto 8
1.1 Introducción 9
1.2 Justificación 10
1.3 Problemática 10
1.4 Antecedentes 11
1.4.1 Nombre de la empresa 11
1.4.2 Historia 11
1.4.3 Dirección y croquis de localización. 11
1.4.4 Giro al que pertenece la organización 12
1.4.5 Productos 12
1.4.6 Proceso de envasado de cerveza Clara Extra, Triunfo y Oscura. 14
1.4.7 Misión 15
1.4.8 Visión 15
1.4.9 Lay out 15
1.4.10 Nombre del área donde se realizó el estudio 16
1.4.11 Lay out del área 16
1.4.12 Descripción de las principales actividades del área: 16
1.4.13 Lay out detallado del área de estudio 17
1.5 Objetivos 17
1.5.1 Objetivo General 17
1.5.2 Objetivo Especifico 17
1.6 Alcances y limitaciones 18
1.6.1 Alcance 18
1.6.2 Limitaciones 18
1.7 Impactos esperados y viabilidad 18
1.7.1 Impactos esperados 18
1.7.2 Viabilidad 18
Capítulo II. Marco teórico 19
2.1 Marco teórico 20
2.1.1 Mejora continua Kaizen 20
2.1.2 Qué es el Kaizen 20
2.1.3 ¿Cuándo se utiliza kaizen? 21

2.1.4 Principios fundamentales de Kaizen 22
2.1.5. Metodología Kaizen 23
2.2. Lean Manufacturing 24
2.2.1. ¿Qué es Lean Manufacturing? 24
2.2.2 ¿Quiénes participan de Lean Manufacturing? 25
2.2.3 Modelo estratégico y herramientas del Lean Manufacturing 25
2.2.4 Principios claves y fases en la implementación de Lean Manufacturing 25
2.3. Reporte lean A3, herramienta de mejora 27
2.3.1 ¿Por qué usar el enfoque A3 para solucionar problemas? 27
2.3.2 Beneficios de implementar el pensamiento A3 28
2.4 ¿Qué son los objetivos SMART y que significan sus siglas? 29
2.5 Origen del diagrama de Ishikawa 32
2.5.1 ¿Qué es el diagrama Ishikawa? 32
2.5.2 ¿Cómo utilizar el diagrama? 33
2.6 Diagrama de Pareto 37
2.6.1 ¿Para qué sirve el diagrama de Pareto? 37
2.6.2 Características del diagrama de Pareto 38
2.6.3 ¿Cómo hacer un diagrama de Pareto? 38
2.6.4 Ejemplo de diagrama Pareto 40
Capitulo III. Desarrollo Metodología o procedimiento 44
3.1 Materiales 45
3.2 Metodología 45
Capitulo IV. Resultados 50
Conclusiones 66
Competencias desarrolladas 68
Referencias 69
Anexos 70
Anexo A. Paso 6 de A3, contramedidas. 70
Anexo B. Plan de acción. 71
Anexo C. SOP (Standard Procedure Operation) 72
Anexo D. Reconocimiento “Victorioso”. 77
Anexo E. Paseo de la fama. (Vitrina, donde colocan la foto de los reconocidos por mes). 78

Lista de figuras

Figura 1 *Fotografía satelital de la ubicación de la Cervecera*. (Google maps, 2024) 11
Figura 2 Presentación Cerveza Clara Extra, 355 ml. 12
Figura 3 *Presentación Cerveza Triunfo, 355 ml.* 12
Figura 4 *Presentación Cerveza Oscura 355 ml.* 13
Figura 5 Diagrama de flujo de proceso de envasado. Elaboración propia con información de la cervecera. 14
Figura 6 *Lay out de la Cervecera* 15
Figura 7 Lay out del área de estudio "Lavadora de botella". 16
Figura 8 Lay out del proceso en el área de estudio. Elaboración propia con información de la cervecera. 17
Figura 9 Objetivos SMART. (Martins, 2022). 29
Figura 10 Diagrama de Ishikawa. (Cámara de Comercio de Oruro, 2021) 34
Figura 11 *Ejemplo diagrama de Ishikawa.* (Cámara de Comercio de Oruro, 2021) 35
Figura 12 Ejemplo de agrupación y contabilización de hallazgos. (Obando, 2024) 41
Figura 13 Ejemplo cálculo de porcentajes y ocurrencias. (Obando, 2024) 41
Figura 14 Ejemplo gráfica. (Obando, 2024) 42
Figura 15 Proceso para reporte A3. Elaboración propia. 45
Figura 16 *Grafica de Pareto "Consumo de agua en lavadoras de botella 355ml": Elaboración propia con información de la cervecera.* 52
Figura 17 *Consumo de agua en lavadora de botella Línea 16, mayo 2023. Elaboración propia.* 53
Figura 18 *Consumo de agua en lavadora de botella Línea 16, junio 2023. Elaboración propia con información de la cervecera.* 54
Figura 19 Consumo de agua en lavadora de botella Línea 16, julio 2023. Elaboración propia con información de la cervecera. 54
Figura 20 *Consumo de agua L16. Lavadora de botella "Línea Roja" desde monitor de tratamiento de aguas.* 55
Figura 21 Objetivos 55
Figura 22 *Diagrama Ishikawa realizado por el equipo de la cervecera.* 56
Figura 23 *Paso 6 de A3. Contramedidas.* ***Ver anexo A*** 57
Figura 24 *Plan de acción de contramedidas de contención y corrección.* ***Ver anexo B*** 58
Figura 25 Orden de mantenimiento en SAP 59
Figura 26 *Mantenimiento a tubos de espreas* 60
Figura 27 *Montaje de tubos de espreado* 60
Figura 28 *Válvulas keystone* 60
Figura 29 Documentación de SOP. 61
Figura 30 Lay out del área de estudio 62
Figura 31 Presentación de los nuevos ajustes en Línea 16 62
Figura 32 Consumo de agua por equipo con nuevos ajustes de operación. 63
Figura 33 Métrica de seguimiento 64
Figura 34 65

Lista de tablas

Tabla 1 Lista de integrantes del equipo 51
Tabla 2 Análisis de Pareto "Consumo de agua en lavadoras de botella 355 ml". Elaboración propia con información de la cervecera. 52

Capítulo I. Generalidades del proyecto

1.1 Introducción

El presente proyecto tiene su origen en una fábrica de cerveza, ubicada en la ciudad de México, esta fábrica de cerveza está constituida por diez líneas de producción. Genera aproximadamente un millón de hectólitros de cerveza por mes. Produce cerveza clara y obscura en sus distintas marcas. Además de cerveza nacional, se almacena gran cantidad de cerveza para exportación, a países de todos los continentes.

De acuerdo con la organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO), el 70% del consumo global de agua dulce se utiliza dentro de la industria alimentaria; es consabido que en todas las industrias alimentarias el agua es empleada para un sinfín de cosas, desde procesos de limpieza de instalaciones y superficies, así como para lavar y desinfectar frutas y verduras o la preparación de alimentos y bebidas (Interempresas Media, 2019). Tal es el caso de la Cervecera en la que se desarrolla el presente proyecto, ya que en todas las líneas de envasado, se cuenta con 2 máquinas principales que utilizan una gran cantidad de agua, una de ellas es la lavadora de botella, esta máquina está diseñada para el lavado de botellas de vidrio mediante un sistema de aspersores de agua, para eliminar los residuos contenidos en las botellas; el lavado de las botellas no permite ningún error en cuestiones de higiene y seguridad del producto, al mismo tiempo requiere de un uso ahorrador del agua, que es un recurso precioso; la otra máquina es la llenadora de botella, un tipo de máquina que está dotada de un enorme nivel de precisión. Se encarga de rellenar los envases con las cantidades necesarias de líquido, de acuerdo con las directrices de cada empresa misma que utiliza el agua para realizar sus sanidades.

En los últimos meses se ha notado un incremento en el consumo del agua de las lavadoras de botella de líneas 10, 13, 15, 16 y 17, afectando el KPI total planta en un 3.4%.

Siendo la línea 16 la principal consumidora de agua, representando un 34% de nuestro 100%, con un consumo promedio de 7,818.79 m3, siendo el objetivo de 7,200 m3 mensual, es decir un 8.59% por arriba del objetivo de línea 16.

La cervecera, es una empresa internacional que cuenta con un gran grupo de empleados, mismos que en las últimas fechas han estado en constante rotación por los cambios que han tenido al pasar a formar parte de un nuevo grupo de socios.

El objetivo del presente proyecto de investigación consiste en implementar el método Kaizen para lograr el consumo teórico mensual de 7,200 $m^{3,}$ logrando mejorar el consumo de agua en 8.59% respecto de lavadora de botella L16.

1.2 Justificación

De acuerdo con los altos niveles de consumo de agua presentados en los últimos meses dentro del área de envasado, se encontró un uso por arriba del objetivo en un 3.4%, se propone la metodología Kaizen, permite mejorar el consumo de agua, mediante indicadores de consumo en producción, además de mejorar y estandarizar procesos por medio de procedimientos. Se utilizará la herramienta A3, una herramienta Lean utilizada para identificar problemas y proponer soluciones resumidas en una de las caras de una hoja de papel, está fundamentada en el ciclo de Deming (PDCA). Es una forma dinámica de pensar, la información se organiza y resume de forma clara y objetiva para lograr la meta establecida. Con dicha herramienta se pretende encontrar soluciones y aplicar las que impliquen menor costo y mayor beneficio aunado al mayor ahorro en consumo de agua y con ellos de costos.

1.3 Problemática

El alto consumo de agua es un tema alarmante para la cervecera, ya que es un recurso sumamente importante y con un alto costo, cada m³ extraído de agua (pozo-CONAGUA) genera un costo de $22.8597 y $77.38 por cada m3 enviado a la red de drenaje (descarga-SACMEX); por lo tanto 1 m³ cuesta $100.2397 y actualmente se está consumiendo en promedio 1,052.338 m³ fuera del objetivo, lo que equivale a $105,486.05 mensuales únicamente en la línea 16.

1.4 Antecedentes

1.4.1 Nombre de la empresa

Cervecera S. de R.L.

1.4.2 Historia

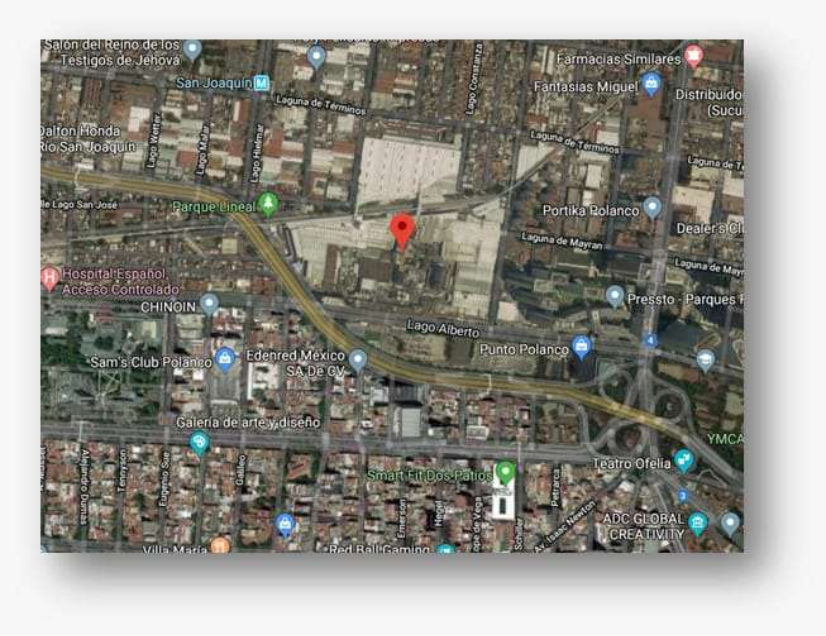
La cervecera fue fundada en 1925 y forma parte del mayor grupo cervecero a nivel mundial, teniendo presencia en más de 150 países. Desde hace 96 años ha sido líder en la elaboración, distribución y venta de cerveza en México. Por más de 9 décadas, ha invertido y crecido en México. Actualmente, genera más de 32,000 empleos directos en sus distintas plantas cerveceras y operaciones verticales, todas estas ubicadas a lo largo y ancho del país. Además, genera miles de empleos indirectos que van desde los campos de cebada, la distribución primaria y los puntos de venta como tiendas de abarrotes, misceláneas, bares, hoteles y restaurantes, etc.

1.4.3 Dirección y croquis de localización.

Lago Alberto 156, Granada, Miguel Hidalgo, 11520 Ciudad de México, CDMX.

Figura 1

Fotografía satelital de la ubicación de la Cervecera. (Google maps, 2024)



Nota: La imagen anterior muestra la ubicación exacta de la Cervecera, lugar en el que se llevó a cabo la investigación del presente proyecto.

1.4.4 Giro al que pertenece la organización

Alimenticia.

1.4.5 Productos

Figura 2
Presentación Cerveza Clara Extra, 355 ml.



Cerveza Clara Extra

Cerveza Clara Extra es una cerveza elaborada con ingredientes de alta calidad, la cerveza mexicana de mayor venta es una cerveza con 4. 5º de alcohol. Cerveza Clara Extra comenzó a elaborarse en la Ciudad de México en 1927.

Cerveza Triunfo

Cerveza Triunfo es la marca con mayor tradición, contiene 4.0º de alcohol, su sabor intenso y complejo la convierte en una opción ideal para los amantes de las cervezas con carácter. La combinación de maltas tostadas, chocolate y café crea una experiencia sensorial muy agradable.

Figura 3

Presentación Cerveza Triunfo, 355 ml.



Figura 4
Presentación Cerveza Oscura 355 ml.



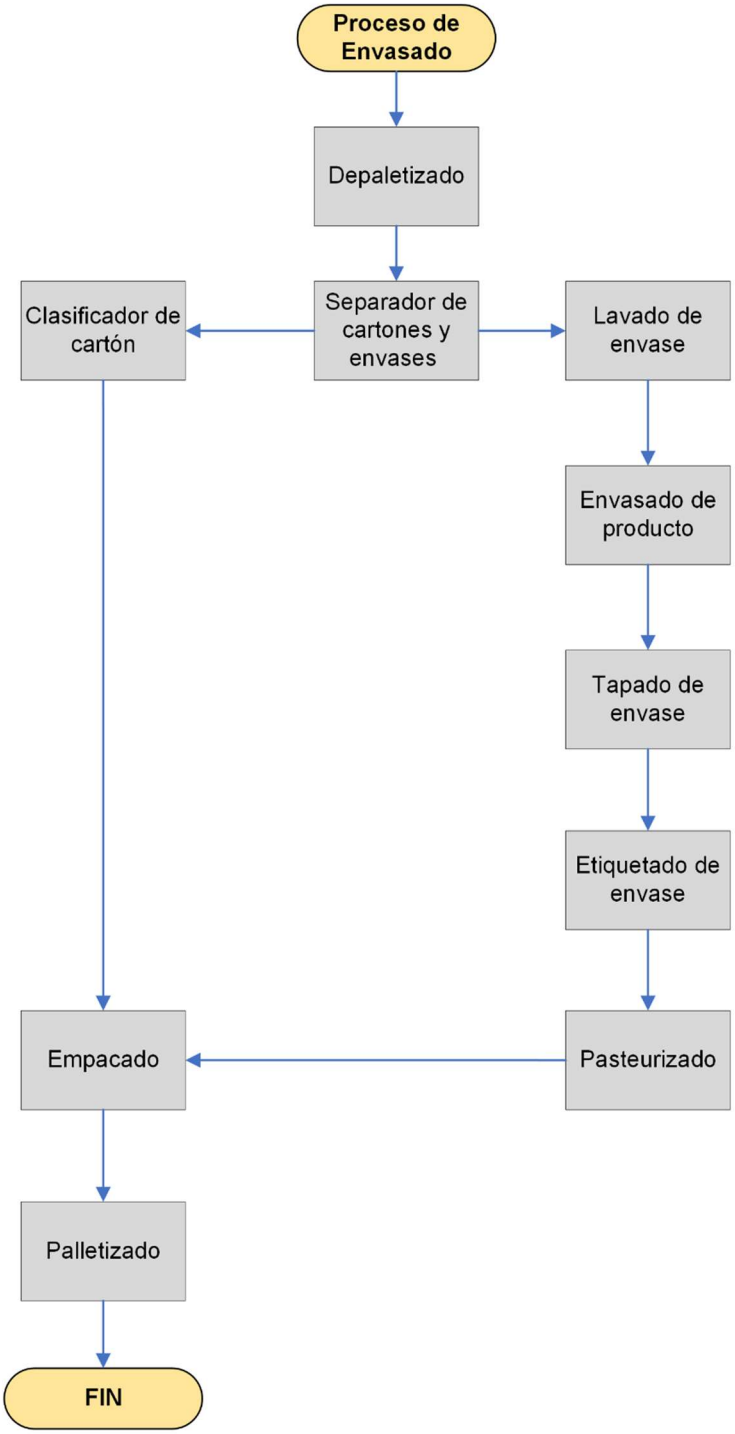
Cerveza Oscura

Cerveza Oscura es una cerveza con 4.5º de alcohol, color ámbar oscuro, con un equilibrio entre el dulzor y el amargor perfecto, además contiene un toque de blanca espuma.

1.4.6 Proceso de envasado de cerveza Clara Extra, Triunfo y Oscura.

Figura 5

Diagrama de flujo de proceso de envasado. Elaboración propia con información de la cervecera.



Nota: El diagrama anterior muestra el proceso de envasado aplicado en la cervecera.

1.4.7 Misión

En la cervecera, nuestra misión es crear cervezas de alta calidad que reflejen la esencia de nuestra tierra y cultura. Utilizando ingredientes locales y métodos tradicionales de elaboración, buscamos ofrecer una experiencia cervecera única que cautive a los paladares más exigentes.

1.4.8 Visión

Ser la cervecera líder en el mundo, reconocida por su compromiso con la calidad, la sostenibilidad y la innovación. Aspiramos a convertirnos en un referente cultural, promoviendo el disfrute responsable de la cerveza y fortaleciendo el vínculo entre las personas y su entorno.

1.4.9 Lay out

Figura 6

Lay out de la Cervecera



1.4.10 Nombre del área donde se realizó el estudio

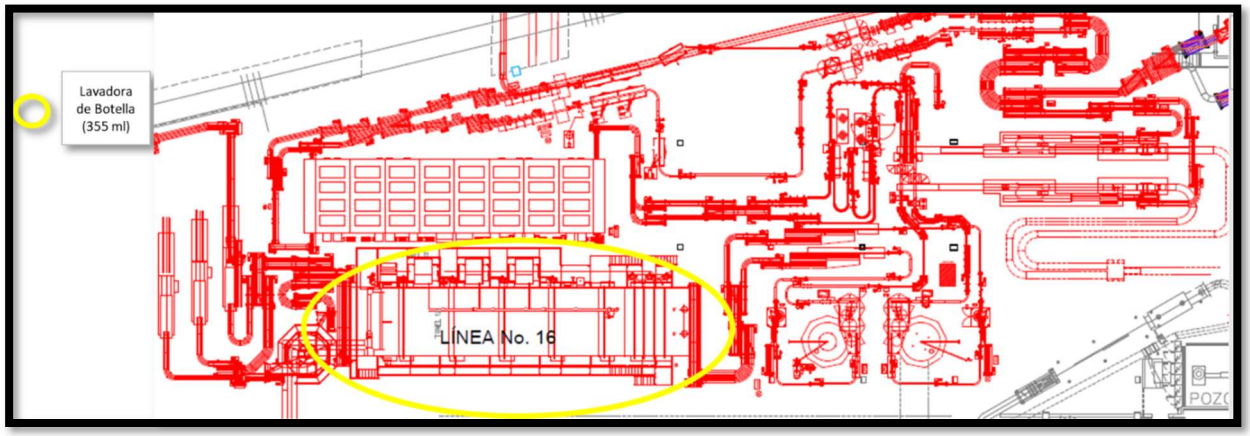
Línea de producción No. 16

Línea que produce formato 355 ml. En sus presentaciones: Clara Extra, Triunfo, Oscura.

1.4.11 Lay out del área

Figura 7

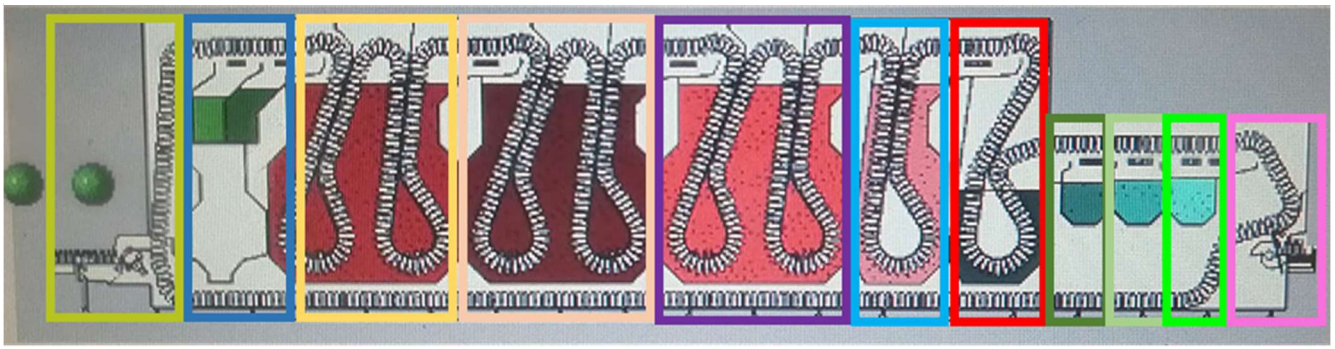
Lay out del área de estudio "Lavadora de botella".



1.4.12 Descripción de las principales actividades del área:

- Recepción de tarimas con cartones de envases retornables.
- Separación de cartón y envases.
- Lavado y sanitizado de envases retornables.
- Envasado de Cerveza Clara Extra, Triunfo y Oscura.
- Etiquetado de botellas.
- Pasteurización de cerveza.
- Empaquetado de cerveza.
- Paletizado y emplayado de cartones con botella.

Figura 8
Lay out del proceso en el área de estudio. Elaboración propia con información de la cervecera.



Zona de Cargador
Tanque de Pre - Lavado
Tanque de Caustico 1
Tanque de Caustico 2
Tanque de Caustico 3
Tanque de Caustico 4
Tanque de Arrastre
Tanques de 1° Enjuague y Agua de 3° Uso
Tanques de 2° Enjuague y Agua de 2° Uso
Tanques de 3° Enjuague y Agua de 1° Uso
Zona de Descarga

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Implementar la metodología Kaizen, utilizando la herramienta A3 como análisis de resolución de problema, asegurando cumplir con el objetivo establecido de consumo mensual de agua en línea 16 de 7,200 $m^{3.}$

1.5.2 Objetivo Especifico

- Definir el método Kaizen para entender su aplicación en el departamento de envasado, específicamente en lavadora de botella.
- Definir que es la herramienta A3 y por qué la utilización de esta.
- Aplicar la herramienta A3 con un equipo multidisciplinario en el proceso de lavado de botella.

- Mejorar el indicador de consumo de agua en un 8.59%.
- Generar un reporte de gestión y seguimiento basado en el formato A3, para determinar y clarificar las causas del problema.

1.6 Alcances y limitaciones

1.6.1 Alcance

El presente estudio se realizará dentro de la Cervecera, específicamente en el envasado, en la línea número 16 y sus respectivos operadores de la máquina “Lavadora de Botella”, donde se lavan únicamente envases de Cerveza Clara Extra, Triunfo y Oscura en formato 355 ml.

1.6.2 Limitaciones

Las limitaciones en la elaboración del proyecto son las siguientes:

- Confidencialidad de la información (Manual de máquina y diseños).
- No hay estándar de operación de máquina.
- Disponibilidad del área de envasado.
- Disponibilidad de refacciones.
- Tiempo de operación de la máquina.
- Conocimiento de la herramienta A3.

1.7 Impactos esperados y viabilidad

1.7.1 Impactos esperados

Se busca utilizar el método Kaizen y su herramienta A3, reduciendo el consumo de agua en al menos un 8.59%, quedando dentro del objetivo de consumo mensual, logrando una reducción en el consumo de agua, además de estandarizar los ajustes de operación de la máquina con las 3 tripulaciones de línea 16.

1.7.2 Viabilidad

Los lideres de la compañía ya iniciaban con la inducción al método Kaizen, por lo que al proponer el desarrollo del método con un enfoque en el consumo critico de los equipos, optaron por ponerlo en marcha lo antes posible y realizar el evento Kaizen.

Capítulo II. Marco teórico

2.1 Marco teórico

2.1.1 Mejora continua Kaizen

Partiendo del afianzamiento de la economía japonesa, han sido diversos los interrogantes que han propuesto respecto a los modelos y prácticas empleadas en el resurgir después de la devastación ocasionada por la Segunda Guerra Mundial. La necesidad de construir desde el inicio las bases financieras y productivas de Japón, ocasiono la unión entre altos, medios y bajos perfiles, es decir, todos con el mismo acuerdo de enfrentar los nuevos desafíos que se presentaban día tras día (Salazar, 2019a).

Kaizen se manifestó como una filosofía sinérgica que formaba la capacidad de respuesta de todos los perfiles, para afrontar los desafíos que se planteaban frecuentemente, además, al ser indispensable no solo restaurar la estructura económica, sino social, este se transformó en un estilo de vida, esto ocasiono un cambio cultural que afecto en el desarrollo productivo de los japoneses, razón por la cual autores como Masaaki Imai, consideran al Kaizen como la clave de la ventaja competitiva japonesa (Salazar, 2019a).

2.1.2 Qué es el Kaizen

El término Kaizen es originario de japón, y se traduce como "cambio para mejorar", con el tiempo se ha reconocido como "Proceso de Mejora Continua".

La transcripción original del término es:

- **KAI:** Modificaciones
- **ZEN:** Para mejorar

El principio en el que se sustenta el método Kaizen, radica en integrar de forma activa a todos los trabajadores de una organización en sus continuos procesos de mejora, a través de un conjunto de pequeños aportes. La implementación de pequeñas mejoras, por simples que parezcan, tienen la capacidad de fortalecer la eficiencia de las operaciones, y más importante, crear una cultura organizacional que garantice la continuidad de las contribuciones, y la colaboración activa de los miembros en una búsqueda constante de soluciones adicionales (Salazar, 2019a).

De acuerdo con Salazar (2019a) plantea que la experiencia de implementación de la filosofía Kaizen en occidente permite afirmar que las primordiales restricciones para su introducción son de carácter cultural, tanto en el caso de las convicciones personales de los trabajadores, como en la configuración organizacional de las compañías de occidente. Una organización que quiera establecer una metodología Kaizen deberá contar con las siguientes condiciones:

- Alta valoración del recurso humano.
- Alta receptividad y perspectiva respecto a nuevos puntos de vista y aportes.
- Alto compromiso de la dirección de la empresa (Creación de escenarios de participación).
- Actitud receptiva hacia errores identificados durante el proceso.
- Alta disposición de implementar cambios.
- Disposición de elaboración de estándares (garantía para no depreciar las mejoras).

2.1.3 ¿Cuándo se utiliza kaizen?

Según información de Salazar (2019a) en la metodología Kaizen, y su aplicación de eventos de mejora se desarrolla cuando:

- Se requieren disminuir los desperdicios.
- Se requiere mejorar el orden y la limpieza.
- Se requieren disminuir los gastos operacionales.
- Se pretende redistribuir las áreas de la empresa.
- Se requiere optimizar el tiempo de alistamiento de un equipo o un proceso.
- Se requiere mejorar un atributo de calidad.
- Se pretende optimizar el ciclo total de pedido.

Los anteriores son algunos ejemplos de los eventos en los que aplica la activación de un evento Kaizen.

2.1.4 Principios fundamentales de Kaizen

De acuerdo con Salazar (2019a) la implementación de la filosofía Kaizen o un proceso de Mejora Continua, se deben ejecutar como mínimo cuatro principios fundamentales, que son:

1. Optimización de los recursos actuales: La tendencia de las organizaciones que intentan alcanzar una mejora deberán adoptar nuevos recursos. Para implementar esta metodología, el primer paso refiere un estudio amplio del nivel de utilización de los recursos actuales, de la misma manera que se buscan alternativas para mejorar el uso y funcionamiento de estos.
2. Rapidez para la implementación de soluciones: Sí las contramedidas a los problemas que se han identificado se fijan a plazos largos de ejecución, no se está aplicando Kaizen. Un principio básico del Kaizen es minimizar las técnicas burocráticas de análisis y autorización de contramedidas; en caso de que los problemas sean complejos, Kaizen propone desglosar el problema en pequeños temas de rápida solución.
3. Criterio de bajo o nulo costo: El Kaizen es una metodología de mínima inversión que complementa la innovación, no incita que un parámetro de gestión se mejore mediante el uso excesivo de fondos dejando fuera la mejora continua. Las opciones de inversión que sugiere se centran en la elaboración de mecanismos de participación y estímulo del personal.
4. Participación activa del operario en todas las etapas: Es primordial que el colaborador se relacione de forma activa en todas las etapas de las mejoras, incluyendo la planificación, el análisis, la ejecución y el seguimiento. El primer mito que rechaza el Kaizen es que "Al colaborador no se le paga para pensar". Esta filosofía que parece apenas solidaria e incluyente tiene aún más fundamentos, y se basa en que el colaborador es el experto de los problemas referentes a la operación con la que convive.

2.1.5. Metodología Kaizen

Previo a enfrentar la metodología Kaizen, la organización deberá definir su intención, por parte de la dirección, para la implementación de actividades de mejora continua. Una vez concluida esta etapa, la siguiente consiste en un diseño instruccional para inducir el espíritu Kaizen al personal desde la formación. Una vez desarrollado y ya teniendo un líder responsable de la filosofía dentro de la compañía, se continua con la herramienta de identificación de problemas, que siempre es un punto de origen para implementar un proceso de mejora continua.

Para tal fin existen herramientas como el ciclo de Deming o PDCA, o herramientas como MOVE WorkShop (Salazar, 2019a).

A continuación, de acuerdo con Salazar (2019a) se explica el ciclo sistemático de Deming.

1. Planificar (Plan): Consiste en la selección del objeto de mejora, en esta etapa se exponen las razones de dicha elección y se establecen los objetivos claros que se deben alcanzar.
    - Situación actual.
    - Análisis de información (Datos del objeto).
    - Objetivo.
2. Hacer (Do): Corresponde al trabajo de campo de la mejora, consiste en establecer propuestas de solución y rápida implementación de las mejoras de mayor prioridad. Los pasos que se incluyen en el hacer son:
    - Propuestas de solución.
    - Just Do It.
3. Verificar (Check): Se debe verificar el objetivo planteado respecto a la situación inicial que se definió. Se comprueba que se estén alcanzando los resultados o en caso contrario se regresa al paso 2. Este paso incluye:
    - Monitorización.
    - Verificación.

4. Actuar (Action): Es la etapa fundamental en la mejora continua, ya que, hay que asegurarse que las mejoras no se deprecien dependiendo del estándar u oficialización de las medidas correctivas. Para proceder a la estandarización se debe comprobar que las medidas han alcanzado los resultados esperados, además, se deberá plantear la posibilidad de seguir mejorando el objeto de análisis.
    - Estandarización.
    - Búsqueda de la optimización.

2.2. Lean Manufacturing

De acuerdo con Salazar (2019b) a esta metodología se le conoce como: Just in time, manufactura ágil, manufactura esbelta, manufactura de clase mundial, sistema de producción Toyota, entre otros nombres. Los resultados logrados a través de la implementación la titulan como una de las filosofías más exitosas en las industrias de producción.

2.2.1. ¿Qué es Lean Manufacturing?

De acuerdo con información de Salazar (2019b) es un proceso continuo y sistemático de identificación, busca eliminar las actividades que no agregan valor en un proceso, pero que implican costo y esfuerzo. Su principal filosofía en la que se fundamenta el Lean Manufacturing radica en que “todo puede hacerse mejor”; la filosofía busca que en una organización siempre exista la búsqueda constante de oportunidades de mejora. Salazar (2019b) La organización que aplique Lean Manufacturing debería calibrar su producción a la demanda, en el momento y las cantidades en que sea solicitada, además de ser producida con un costo mínimo. Por lo tanto, Lean Manufacturing puede describirse como una filosofía de producción que adjunta un grupo de técnicas para facilitar el diseño de un sistema para producir y suministrar en función de la demanda, con un bajo costo, una calidad competitiva y alta flexibilidad; así Lean Manufacturing permitirá que la organización:

- Minimice sus retrasos
- Mejore su calidad
- Minimice sus costos totales
- Minimice sus inventarios
- Minimice su espacio de trabajo
- Minimice su consumo energético

En general, la filosofía ayuda a que la organización aumente su competitividad, nivel de innovación y eficiencia.

2.2.2 ¿Quiénes participan de Lean Manufacturing?

La metodología Lean Manufacturing es desarrollada por grupos de trabajo inclusivos, organizados y capacitados. Los participantes dentro de los equipos de trabajo involucrados en las técnicas Lean, representan a la organización, en especial se busca la participación activa de los colaboradores de trabajo en todas las etapas de la metodología (Salazar, 2019b).

2.2.3 Modelo estratégico y herramientas del Lean Manufacturing

La exploración continua en búsqueda de oportunidades de mejora debe ser parte de un plan estratégico organizacional, del mismo modo, la filosofía Lean Manufacturing considera herramientas que pueden emplearse desde procesos específicos en forma de técnicas sencillas, hasta el modelo estratégico mediante un sistema de administración ajustado (Salazar, 2019b).

2.2.4 Principios claves y fases en la implementación de Lean Manufacturing

De acuerdo con Salazar (2019b) las organizaciones que quieren implementar la metodología Lean o algunas de sus herramientas, ciertamente persiguen objetivos relacionados con potenciar el desempeño de sus procesos. En dicha implementación, diversas organizaciones han fallado en la obtención de resultados positivos. Por ello, es importante contemplar que Lean Manufacturing es una filosofía que establece compromiso organizacional y que requiere de una transformación cultural. Por medio de la experiencia en procesos de implementación de

Lean Manufacturing, expertos han planteado que existen tres principios fundamentales para un desarrollo apropiado de las actividades Lean:

- Lean Manufacturing es un proyecto estratégico: Debe estar dentro del plan estratégico organizacional y relacionado con las principales competencias de la compañía.
- La estructura organizacional debe adaptarse a la metodología Lean: Deben asegurar que existan procesos más concurrentes y menor comunicación ineficiente, dicho de otra forma, las estructuras funcionales deben migrar a estructuras colaborativas.
- Lean Manufacturing es compromiso de todos: La ejecución de la estrategia será gradual, pero deberá integrar a todos los niveles de la organización. El principal cambio en la compañía debe ser cultural, el mejoramiento continuo debe convertirse en un hábito de todos.

La etapa tradicional en el camino Lean radica en el diagnóstico de la situación actual de la organización y partiendo de él, proceder a diseñar un plan estratégico robusto y consolidar un equipo de trabajo óptimo. La primera etapa de aplicación provocará que la organización enfrente retos que implican una nueva filosofía de trabajo, adquiriendo una primera experiencia en la que podrá reconocer los errores y la capacidad de la organización para lograr resultados a partir de las técnicas utilizadas. La etapa de cadenas de valor se enfoca en la estructura de la organización, implementando un modelo de trabajo concurrente fundamentado en procesos, se comparte y desarrolla la aplicación de la fase 1 a las demás áreas, iniciando la logística y la contabilidad Lean, optimizando los procesos de entrega y estableciendo indicadores de desempeño para tomar decisiones desde los resultados obtenidos e información vital.

La última etapa tiene como propósito lograr una organización Lean, logrando que exista un pensamiento Lean, basado en compromiso, disciplina y gestión del conocimiento. Una organización Lean reflejara en todas sus áreas y procesos el mayor valor posible, además de

lograr en todos sus colaboradores, la idea de que dicha organización es el mejor lugar para laborar (Salazar, 2019b).

2.3. Reporte lean A3, herramienta de mejora

La solución de problemas A3 es un enfoque Lean, un informe sobre los problemas y las formas de abordarlos. Es un método simple que fue desarrollado por Toyota, este método se basa en documentar un problema, en conjunto con su situación actual y un cambio propuesto, el informe se plasma en una sola hoja de papel de tamaño A3 (420x297mm) de aquí su nombre.

Es utilizado para documentar propuestas de cambio de proceso, para comunicar sobre el estado del proyecto o para resolver un problema. El A3 se basa en el ciclo de Planificar, Hacer, Verificar y Actuar. Aunque parece ser un proceso gradual, el método suele utilizarse de manera iterativa, actualizándose cíclicamente las secciones de problemas y soluciones (Kanbantool, 2024).

Taiichi Ōno de Toyota, fue conocido por apreciar los informes de una sola página, lo que ayudó al desarrollo del enfoque A3 dentro de la organización del giro automovilístico. La capacidad que tiene de distinguir rápidamente lo que es un problema y de comprender la solución es fiel a Lean. Lean resalta la visualización, con ejemplos con mapas de flujo de valor y visualizaciones como flujos de trabajo Kanban, haciendo que el reporte de una sola página represente lo que está sucediendo (Kanbantool, 2024).

2.3.1 ¿Por qué usar el enfoque A3 para solucionar problemas?

De acuerdo con información de Kanbantool (2024) Lean por medio de su propósito de mejorar el valor entregado al cliente y minimizar el desperdicio, suministra una ventaja competitiva, así como beneficios estratégicos y operacionales, dando oportunidad al equipo de participar en un proceso con el fin de encontrar la solución más optima en un tiempo mínimo, es decir, una iniciativa extremadamente beneficiosa.

Es entendible que varios reportes y propuestas incluyan diversas páginas de datos, teniendo su lugar en un entorno empresarial. Se debe tener en cuenta el valor y la ventaja que tiene

consolidar esta información a una sola página, incluso se debe considerar que será más rápida la toma de decisiones respecto a ello. Además, la disminución de tiempo y la posibilidad de utilizar el enfoque sistemático del Ciclo PDCA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) suplementa la competencia de resolución de problemas necesaria para plantear las mejores soluciones (Kanbantool, 2024).

“En la preparación para la batalla siempre he encontrado que los planes son inútiles, pero la planificación es indispensable”. Dwight Eisenhower

Principalmente planificar, puesto que, comparte los obstáculos conocidos, proyecta el plan de acción y ayuda a pronosticar los posibles resultados y obstáculos en el camino. Documentar su problema en una hoja A3 podría traer beneficios o no, lo que marca la diferencia es el pensamiento A3 (Kanbantool, 2024).

2.3.2 Beneficios de implementar el pensamiento A3

A continuación, se muestra una lista de beneficios propuestos por Kanbantool (2024) que surgen de implementar el pensamiento A3:

- **Planificación más sencilla:** Con ayuda del pensamiento objetivo y crítico impulsado por la estructura del A3.
- **Desarrollo del equipo:** Con el uso de una herramienta estructural para descubrir las causas principales de los problemas y sus soluciones. La utilización de la herramienta en todos los niveles de la organización impulsa la colaboración entre departamentos y el intercambio de conocimientos.
- **Solución de problemas de forma efectiva:** Por medio del razonamiento lógico y la utilización del proceso visual paso a paso. Requerir una identificación de la causa raíz confirma que los problemas sean tratados, no sólo cubiertos temporalmente.
- **Crecimiento de la empresa:** Las A3 contribuyen a mantener y registrar el conocimiento de la empresa, sosteniendo buenas prácticas de operación, y a desarrollar una robusta

cultura de crecimiento, sustentada en la resolución de los obstáculos reales de la empresa y no en ideas sin sustento.

2.4 ¿Qué son los objetivos SMART y que significan sus siglas?

Smart traducido al español es inteligente, sin embargo, cuando se habla de gestión de proyectos refiere al acrónimo en ingles que ayuda a determinar objetivos alcanzables, definidos y realistas. Las siglas nacen en 1981 cuando el autor George T. Doran las definió en primera ocasión (Martins, 2022).

En el siguiente listado se muestra el significado de las siglas SMART que comparte Martins (2022):

- Específico (Specific).
- Medible (Measurable).
- Alcanzable (Achievable).
- Realista (Realistic).
- De duración limitada (Time-bound).

Figura 9
Objetivos SMART. (Martins, 2022).



El método SMART es un camino para implantar objetivos bien definidos, inteligentes y relevantes, ya que, incluye lo necesario para el éxito.

Objetivos Específicos (Specific).

La S de Smart significa Specific, traducido al español como especifico. Para asegurar el alcance de los objetivos se debe asegurar el alcance de ellos, estableciendo metas específicas y concretas, un criterio SMART busca que el proyecto sea factible (Martins, 2022).

Objetivos Medibles (Measurable).

La M de Smart significa medible, utiliza un criterio SMART esencial en la metodología, busca que los objetivos sean medibles, ya que con ello se puede medir el éxito o fracaso del proyecto. Los objetivos deben contener una forma objetiva de poder medirlos, con un número, un cambio porcentual, una fecha límite, o algún otro elemento cuantificable. Una excelente manera de medir los objetivos a corto y largo plazo es a través de los medidores clave de rendimiento (Martins, 2022).

Objetivos Alcanzables (Achievable).

No se recomienda que todos los objetivos planteados sean fáciles de lograr, sin embargo, se debe asegurar que se establecieron objetivos realistas que se pueden alcanzar. Al mencionar alcanzable, refiere que los objetivos no deben estar totalmente fuera del ámbito alcanzable.

Se puede plantear la pregunta: ¿El objetivo está dentro del alcance del proyecto? De lo contrario no es alcanzable (Martins, 2022).

Objetivos Realistas (Realistic).

Las letras A y R de SMART se encuentran relacionadas. Además de colocar objetivos alcanzables, deben ser realistas. Un ejemplo: Puede ocurrir que un objetivo sea alcanzable, pero para lograrlo requiere que cada miembro del equipo labore tiempo extra durante un mes y medio. Puede el objetivo ser alcanzable, sin embargo, no es realista. Se debe asegurar que el objetivo cumpla con ambas características (Martins, 2022).

De duración limitada (Time-bound).

El objetivo SMART debe tener una fecha de termino. Utilizando el método SMART, se requiere definir una fecha límite, de lo contrario el proyecto podría prolongarse, tener métricas de éxito poco claras y podría sufrir anomalías en su alcance. Se debe asegurar un cronograma del proyecto claro (Martins, 2022).

¿Para qué sirve el método SMART?

De acuerdo con Martins (2022) se debe asegurar que los objetivos establecidos, contengan todos los componentes SMART, podría tomar mayor tiempo que establecer objetivos regulares, pero el valor que se obtiene cuando se definen los objetivos SMART, supera el tiempo adicional que se requiere para el proceso de establecer esos objetivos.

Al establecer objetivos SMART, el equipo logrará una serie de beneficios que se enlistan a continuación (Martins, 2022):

1.- Comunicación y alineación clara. Si el equipo de trabajo involucrado en el proyecto conoce específicamente sobre que están enfocando sus esfuerzos, podrán sentir mayor motivación y mantendrán una mejor alineación como equipo. Los individuos del equipo que conocen como sus esfuerzos individuales suman a los objetivos relevantes de la empresa, estarán doblemente motivados comparados con otros colaboradores. Establecer y compartir objetivos SMART ayudará a impulsar la motivación en el equipo.

2.- Claridad en el camino hacia el éxito del proyecto. Los objetivos SMART ayudan a poner propósitos claros e inteligentes, de tal forma que se estará evitando hacer uso de lenguaje relativo a los objetivos confusos o ambiguos.

3.- Hoja de ruta y línea de llegada claras. Con el método SMART se sabe específicamente lo que se requiere alcanzar y en que periodo de tiempo se espera llegar. Se ha verificado que los objetivos son realistas y alcanzables, por lo que se sabe serán medibles para saber si se han alcanzado o no.

4.- Métricas a las que se pueden dar seguimiento. Al término del proyecto, los objetivos SMART ayudaran a evaluar el éxito de este. Se debe alcanzar por lo menos un 70% de los objetivos.

5.- Eficacia en la gestión de tiempo. Los objetivos SMART ayudan a definir tiempos realistas. Permitiendo que los equipos de trabajo sean eficaces y a no permitir que el tiempo de los proyectos se salga de control.

6.- Mejora continua. Se tienen métricas de monitoreo gracias a los objetivos SMART, por lo que resulta ser sencillo establecer procesos de mejora continua respecto a los proyectos de la empresa.

7.- Mejora de la rentabilidad. La mejora continua de los procesos y la medición de los resultados tendrá como resultado un incremento respecto a la rentabilidad del proyecto o empresa.

2.5 Origen del diagrama de Ishikawa

En 1943 Kaoru Ishikawa diseñó el diagrama de esqueleto de pescado, su idea fue una gran aportación ya que este diagrama permite elaborar análisis gráficos para una mejor comprensión. Este diagrama también es conocido como “diagrama causa-efecto” y está fundamentado en que todo problema tiene una causa debido a algún percance encontrado durante el proceso, para ello hay que identificar de donde provienen las actividades que conforman el problema. Además, es importante mencionar que este método suele ser muy flexible y es posible adaptarlo a cualquier tipo de actividad, situación, industria, área, contexto, etc. (Rodríguez, 2023).

2.5.1 ¿Qué es el diagrama Ishikawa?

Los diagramas de Causa-Efecto son conocidos como Ishikawa o de Espina de Pez (por su forma). Su función es identificar los factores potenciales que complementan un problema, para después establecer acciones para disminuir o eliminarlos totalmente. Esta herramienta propone una estructura sistemática de generar y clasificar hipótesis que permiten enfocarse en las mayores causas de un resultado que se quiere estudiar, y no en sus indicios. Es beneficioso al

tratar de solucionar problemas complejos, ya que pueden evidenciar relaciones ocultas entre las posibles causas, permitiendo un análisis global. Utilizar un diagrama en formato de mapa mental, favorece el estudio de un problema, ayuda a reflexionar sobre las posibles causas, consolida conocimientos existentes del mismo y agrupa las causas en categorías generales (Longares, 2024).

2.5.2 ¿Cómo utilizar el diagrama?

Se debe establecer un método de siete pasos y para ello, Longares (2024) los describe de la siguiente manera:

1. **Establecer el problema**

   Se debe definir el problema siendo lo más específico posible. Problemas mal definidos llegan a causas raíz erróneas que no solucionan el problema.

   En todo momento se debe tomar en cuenta cuál es el problema, cuándo y dónde ocurre y quién o quiénes están involucrados. Antes de iniciar, todo el grupo debe estar de acuerdo con la definición del problema.

   El problema se enuncia a la derecha del diagrama. Puede ser en un papel o en el sistema informático de su elección.

2. **Convenir las categorías de las causas**

   Las categorías en las que se reparten las causas dependen del contexto, los miembros del equipo pueden anexar o eliminar categorías hasta sentirse convencidos con las más relevantes para ellos. Algunas que normalmente se utilizan son:

   - **Las 6M:** Máquinas, Métodos, Materiales, Medidas, Mano de obra y Medio ambiente
   - **Las 4M:** Máquinas/Equipos, Métodos, Materiales y Mano de obra
   - **Las 8P:** Precio, Promoción, Personas, Procesos, Políticas, Procedimientos,
   - **Las 4P:** Políticas, Procedimientos, Productos y Personas
   - Producto y Planta (sitio donde se desarrolla la actividad)

- **Las 4P del marketing:** Lugar, Precio, Producto y Promoción

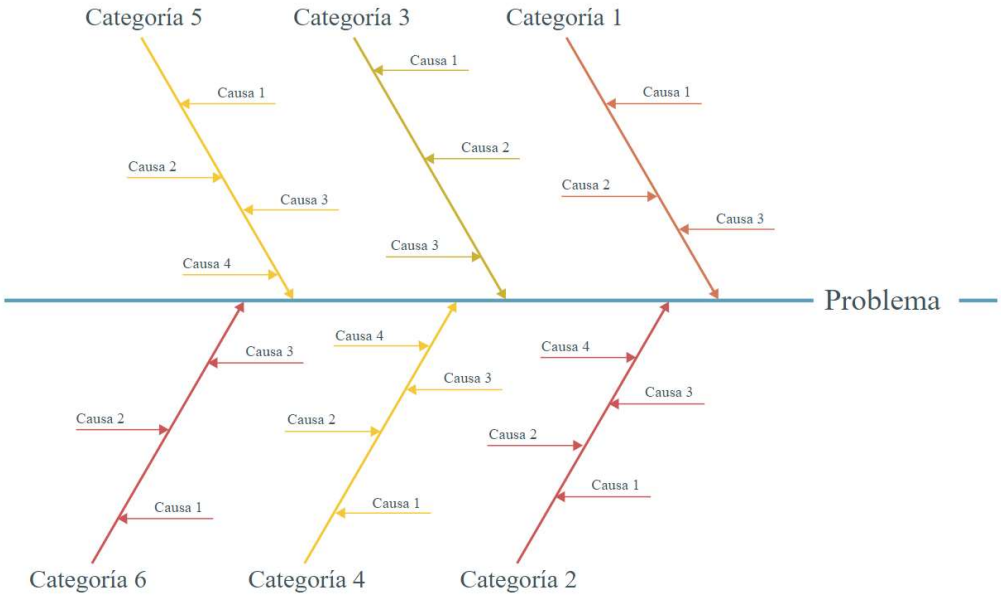
Se debe colocar el nombre de cada clasificación en la parte superior o inferior de cada línea.

3. **Aportar ideas de posibles causas raíz**

Se debe utilizar la lluvia de ideas para descubrir todas las causas raíz posibles en cada clasificación. Entre más causas posibles, más posibilidad habrá de no omitir las causas más relevantes.

Es posible que una causa puede ser parte de más de una clasificación, en ese caso se agregara a tantas clasificaciones como sea necesario. Idealmente se deben encontrar al menos, cuatro posibles causas en cada rama; si el diagrama se hace complejo, puede dividirse en sub-causas.

Figura 10
Diagrama de Ishikawa. (Cámara de Comercio de Oruro, 2021)



4. **Reconocer las “NO-causas”**

   Partiendo de las causas que se han encontrado, hay que realizar un primer filtro de aquellas que, a simple vista y por experiencia propia, se observa que no tienen una relación real en el problema.

   Esta “No-causa” no debe eliminarse del diagrama, simplemente, se deja señalada como ‘no-causa’. Al no eliminarla, se puede volver a ella de forma fácil e incluso se puede utilizar su información en un futuro.

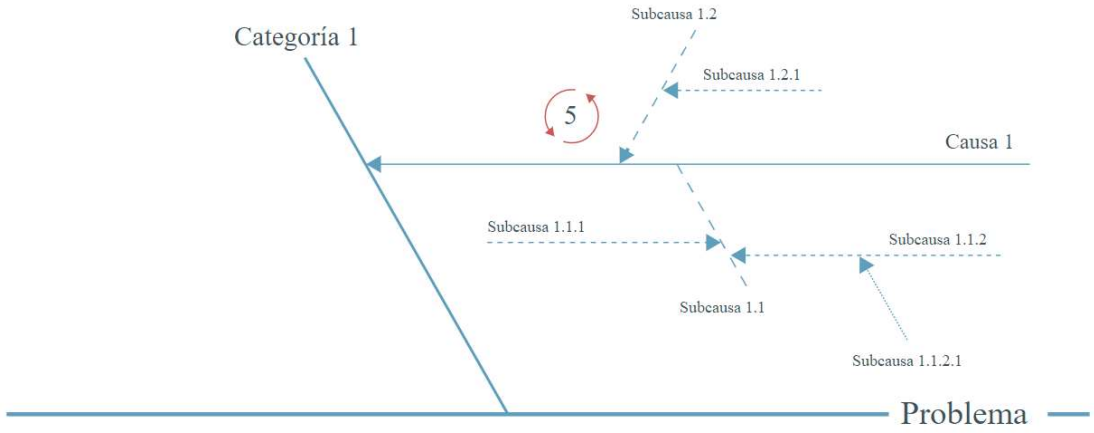
   En estos casos, se define la norma de que todo el equipo debe estar de acuerdo con la eliminación. De lo contrario, la causa debe permanecer ‘activa’.

5. **Analizar el diagrama**

   En cada rama se utiliza la técnica de los 5 ¿Por qué? para llegar, lo más profundamente posible, a la causa raíz de esa rama. Si el diagrama no contiene un flujo lógico, se deberán realizar los cambios pertinentes.

   Hay que confirmar de que una causa en el diagrama realmente lo es, por lo que habrá causas que requieran de cierta investigación antes de asignarlas como tal.

Figura 11
Ejemplo diagrama de Ishikawa. (Cámara de Comercio de Oruro, 2021)



6. **Establecer las estrategias**

   Si se determina que existe más de una causa raíz, se puede hacer uso del Análisis de Pareto o plantear una Matriz Prioridad-Impacto para contribuir a la decisión de cuál de ellas se aborda primero.

   Las estrategias que se adquieran se eliminarán, o al menos reducirán el efecto negativo de las causas del problema y derivarán en planes de acción concretos con responsables y fechas compromiso de implementación.

Elección de causas

Si las causas son obvias y no necesitan de una investigación o análisis profundo, se puede seleccionar sobre qué causas trabajar primero.

Se proponen dos formas:

1.- Cada integrante del equipo vota tres causas, la causa con más votos es la que se lleva a cabo en primer lugar. La segunda con más votos, en segundo lugar y así consecutivamente…

2. Cada idea recibe dos índices de cada integrante del equipo, uno de probabilidad y otro de facilidad de ser resuelto. Los índices de ‘probabilidad’ serán:

- Muy probable (3)
- Algo probable (2)
- Nada probable (1)

Los índices de ‘facilidad de ser resuelto’ serán:

- Muy fácil (3)
- Fácil (2)
- Difícil (1)

La combinación de ambos índices dará como resultado un número. Se debe trabajar primero respecto a los que tengan el número más alto, en este caso el 33, algo sumamente probable y de fácil solución. Se dejará el 11, a algo nada probable y difícil de solucionar, para el final.

7. **Validación**

   Una vez implementadas las soluciones, se debe asegurar que el problema ha sido eliminado, de lo contrario, se entiende que las causas raíz no fueron identificadas adecuadamente y se debe regresar al diagrama.

2.6 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una herramienta gráfica donde los datos se ordenan de mayor a menor, dejando claro qué casos deben abordarse primero. Se sustenta con el principio de Pareto, que menciona que el 80 % de las consecuencias son el resultado del 20 % de las causas. También es reconocido como curva cerrada o distribución A-B-C y recibe su nombre en honor al economista Vilfredo Pareto quien hizo distintas aportaciones a la estadística, probabilidad y distribución, como la eficiencia de Pareto y el Principio de Pareto (del cual se deriva el diagrama de Pareto) (Obando, 2024).

2.6.1 ¿Para qué sirve el diagrama de Pareto?

De acuerdo con información de Obando (2024)el diagrama de Pareto es utilizado para representar los aspectos a enriquecer más comunes en un negocio, los procesos, el desempeño de los equipos y prácticamente todo lo que puede ser optimizado. El principio de Pareto puede aplicarse a diversos aspectos, positivos y negativos.

Por ejemplo:

- El 80 % de las ventas las realiza el 20 % de los clientes.
- El 80 % de las quejas provienen del 20 % de los errores más comunes.

De esta forma, es más simple identificar los detalles que tendrán mayores resultados y evitar los aspectos menos relevantes que no ayudarán a alcanzar los objetivos.

2.6.2 Características del diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto consiste en un conjunto de barras y líneas. La altura de las primeras representa cualquier unidad de medida importante, como la frecuencia de ocurrencia o el costo, mientras que las líneas representan el porcentaje acumulado de deficiencia. Los porcentajes acumulativos indican qué porcentaje de todos los defectos se pueden eliminar si se da solución a sus causas. Una de las características más importantes del diagrama de Pareto es que mientras la línea de porcentaje acumulativa sea ascendente, los tipos de defectos tienen un efecto acumulativo significativo. Esto indica la importancia de encontrar su causa y solucionarlo (Obando, 2024).

2.6.3 ¿Cómo hacer un diagrama de Pareto?

A continuación, se enlistan y describen una serie de pasos redactados por Obando (2024) para realizar un diagrama de Pareto:

1. Identifica el problema que se va a detallar.
2. Recopila la información que servirá para evaluar el problema.
3. Consolida los datos en una tabla.
4. Ordena los datos de mayor a menor y calcula sus porcentajes y acumulados.
5. Crea una gráfica de barras con estos datos.
6. Analiza cuáles son las causas o situaciones que aparecen al inicio de la gráfica.
7. Monitorea el progreso de la solución que se planteó.

1. Identifica el problema que deseas analizar

Se debe establecer cuál es el problema que está presente en el departamento, empresa o en la etapa de una estrategia. Para esto es indispensable estar en comunicación con los colaboradores de todas las áreas. Si se tiene contacto directo con los procesos específicos, es más sencillo que los colaboradores señalen exactamente lo que no funciona como debería.

2. Recaba los datos que te ayudarán a evaluar el problema

Una vez definido lo que se va a resolver (por ejemplo, las bajas ventas de un producto de tu nueva línea de muebles para oficina), es momento de buscar los datos de los departamentos para que se identifique lo que debe resolverse.

¿Existen quejas sobre la calidad del producto? ¿Se ha entregado a tiempo y en buenas condiciones a cada comprador? ¿Existe un seguimiento adecuado por parte de los vendedores? ¿Han surgido problemas en el uso? Por supuesto, las preguntas dependen de lo que se requiera resolver, por lo que, es importante prestar atención en todo lo que ocurre alrededor. Además, se debe establecer un periodo significativo, un lapso demasiado corto, puede no dar datos confiables. Además, si el proceso que se analiza es inestable, se entiende que las causas también lo serán, y los problemas cambiarán de un momento a otro. Por ello es vital que el diagrama de Pareto se aplique a procesos bien establecidos, con datos claros y problemas que se puedan identificar durante una etapa considerable (sin extenderse demasiado).

3. Vacía los datos en una tabla

Se debe realizar una tabla en la que se pueda organizar los datos encontrados; es decir, todo lo que aporta al problema que se necesita resolver: las quejas de los clientes (qué expresan, cuáles se repiten con frecuencia), o las razones por las que el equipo de ventas no alcanza las metas mensuales.

4. Ordena los datos de mayor a menor y calcula sus porcentajes y acumulados

En virtud de que la intención es representar lo más frecuente para resolverlo primero, la tabla deberá ordenarse de mayor a menor. También se debe incluir una columna para los porcentajes y acumulados.

5. Haz una gráfica de barras con estos datos

La grafica se puede desarrollar en cualquier hoja de cálculo.

Se debe realizar la gráfica con un gráfico combinado que muestre las barras en orden descendente (Mostrando lo que se debería resolver primero), y qué porcentaje de problemas representan. De esta forma, se tendrá claro aquello en lo que se debe enfocar, de realizarse de forma correcta, lo que está en el otro extremo desaparecerá en consecuencia de las mejoras aplicadas.

6. Analiza cuáles son las causas o situaciones que aparecen al inicio de la gráfica

Se debe focalizar en lo que realmente se puede modificar o sumar, seguramente valdrá la pena invertir recursos o el talento de los equipos. Será más fácil alcanzar el objetivo construyendo estrategias con ayuda de los involucrados.

7. Monitorea el progreso de la solución que planteaste

El diagrama de Pareto indica que se debe priorizar, pero una evaluación continua y puntual de las acciones para corregir el camino demostraran si la decisión fue la correcta. Se debe tener en mente que es posible realizar ajustes en el proceso.

2.6.4 Ejemplo de diagrama Pareto

A continuación, se presenta un ejemplo de diagrama de Pareto planteado por Obando (2024):

Cuando los vendedores no llegan a los objetivos mensuales

Se toma este primer ejemplo para ver cómo se puede aplicar para mejorar el desempeño de un equipo. Se ha notado que en el último trimestre las metas no se han cumplido en el departamento de ventas, y el reporte indica que no se cerraron las ventas que se plantearon al inicio. Antes de decidir reducir el número de cierres (que también puede ser parte del problema en algunos casos), primero se debe averiguar qué está fallando. Así que hablas con los vendedores y con las personas que trabajan directamente con ellos, revisas las encuestas de calidad de atención y se advierte que hay ciertas razones que se repiten**.** Una vez que se

hayan agrupado y contabilizado, deberán registrarse en una tabla, en orden descendente (si se tienen varias razones que no suman mucho, es mejor que se agrupen bajo la etiqueta de «Otros»).

Figura 12
Ejemplo de agrupación y contabilización de hallazgos. (Obando, 2024)

Razones	Número de ocurrencias
Tarda en entregar reportes de venta	15
Tiene poca comunicación entre departamentos (ventas, atención, etc)	11
Hace poco trabajo postventa	9
Otros	5
Total	40

Quizá la tabla no refleja cuántos vendedores cometen cada una de estas acciones, pero sí cuántas ocasiones sucedieron durante 3 meses.

El paso siguiente es calcular sus porcentajes, los acumulados de estos y las ocurrencias. Los acumulados de ambos se obtienen al sumar las ocurrencias de una razón con la anterior.

Con este ejemplo, quedaría así:

.

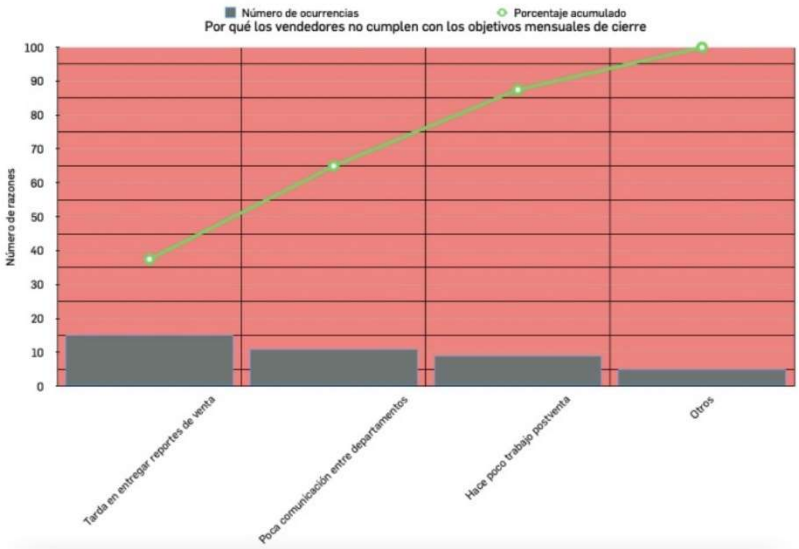
Figura 13
Ejemplo cálculo de porcentajes y ocurrencias. (Obando, 2024)

Por qué los vendedores no llegan a sus objetivos mensuales

Razones	Número de ocurrencias	Acumulados	Porcentaje unitario	Porcentaje acumulado
Tarda en entregar reportes de venta	15	15	37.5	37.5
Tiene poca comunicación entre departamentos (ventas, atención, etc)	11	26	27.5	65.0
Hace poco trabajo postventa	9	35	22.5	87.5
Otros	5	40	12.5	100.0
Total	40		100	

Con estos datos se puede crear la gráfica. El diagrama de Pareto mostrará dos cosas: número de ocurrencias y el porcentaje acumulado (en barras y línea simultáneas). Esto permitirá entender cuáles razones son las que representan el 80 % del problema, según el principio que se mencionó antes.

Figura 14
Ejemplo gráfica. (Obando, 2024)



Ya que se tiene esta información, se sabe que 3 son los problemas principales:

- Los reportes de venta no se entregan a tiempo. El área de atención a clientes no recibe datos de nuevos clientes para darles seguimiento y, por lo tanto, es difícil contactarlos de nuevo para hablarles de productos o precios especiales.
- Hay poca comunicación entre departamentos. Los vendedores no se enteran de que marketing ha creado una campaña para comunicar las promociones especiales para clientes de primera ocasión. Y el personal administrativo no sabe bien cómo funciona, así que comete varias equivocaciones en las facturas, causando molestias a los compradores, que el área de atención no entiende cómo resolver.
- Se identificó que no todos hacen su labor de posventa, tal y como se había acordado en la última junta cuando se presentó el plan anual.

¿Qué podría funcionar para arreglar estos problemas? Para el primero se piensa que podría ser necesario conseguir una herramienta de software para automatizar la creación de reportes de venta. Cuando se hace de forma electrónica un formato que se llena de manera sencilla y se envía a todas las áreas involucradas en un clic, ya no hay pretextos para demorarse un segundo más.

Para el segundo se crea un proceso de seguimiento con Google Drive y un organizador de tareas, como Slack o Trello. Así todos conocerán la evolución de cada departamento y de cada colaborador, eliminando la necesidad de ir puerta por puerta para informar a todos.

Y quizá para el tercero sea necesario crear más incentivos que motiven a los vendedores a mantener el ciclo de cada cliente en movimiento, en colaboración con los compañeros de atención al cliente.

Si todo esto funciona, quiere decir que las metas sí eran alcanzables desde el inicio, solo que la estructura no estaba optimizada para lograrlo, pero se pudo percibir en tiempo.

Capitulo III. Desarrollo
Metodología o procedimiento

3.1 Materiales

Los materiales que se requieren para el evento de mejora son los siguientes:

Maquinaria

- Lavadora de botella “línea 16”

Materiales de Oficina

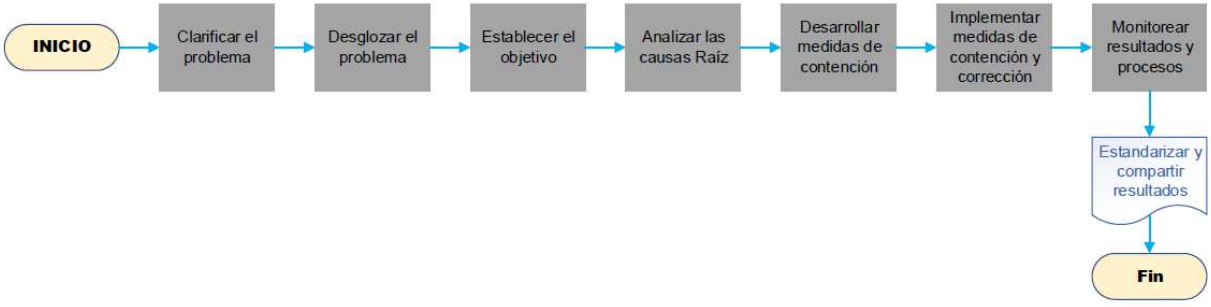
- 2 laptop DELL
- Manual de lavadora de botella
- Libreta para apuntes
- Rotafolio
- Post-it
- Plumas
- Plumones

3.2 Metodología

La metodología que se utilizó para la ejecución de este proyecto se basa la metodología Kaizen, utilizando el formato A3, una herramienta de análisis de solución de problemas enfocada en la mejora continua y se muestra en el diagrama descrito a continuación:

Figura 15

Proceso para reporte A3. Elaboración propia.



A continuación, se describen los pasos que se siguieron para generar el reporte de A3:

Paso 1

Se debe organizar un equipo de trabajo multidisciplinario, dar la introducción a Kaizen y a la herramienta lean A3. Es importante contar con integrantes de diferentes áreas del proceso, para poder tener dominio de todas las variantes en el proceso.

Paso 2

Contexto: Se entregan los antecedentes que proyectan la razón por la que se está realizando el A3. Para este punto se deberán contemplar las siguientes preguntas:

- ¿Qué se busca resolver?
- ¿Qué razones de negocio justifican resolver este tema?
- ¿Qué métricas e indicadores específicos necesitan ser mejorados?
- ¿Cuál es el contexto estratégico, operacional, histórico u organizativo de la situación?

Paso 3

Situación actual: Se muestran los hechos y estado de las cosas.

Se deben tomar en cuenta las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el problema o la necesidad (variación respecto al estándar)?
- ¿Qué debería estar pasando?
- ¿Ha ido a comprobar los hechos por sus propios ojos?
- ¿Qué indica que hay un problema?
- ¿Qué condiciones específicas indican que hay un problema o una necesidad?
- ¿Qué pasa?
- ¿Dónde pasa?
- ¿Quién está implicado?
- ¿Cuán grave es?
- ¿Cómo ocurre?

Es mejor mostrar los hechos y procesos visualmente usando gráficos y dibujos.

Paso 4

Objetivo u objetivos: Se detallan con base al resultado específico que debe lograr este proyecto.

Se deben considerar la siguiente pregunta:

- ¿Qué mejora/s específica/s en el desempeño o desarrollo se requiere alcanzar?

El objetivo u objetivos deben ser SMART:

- Específico (Specific)
- Medible (Measurable)
- Alcanzable (Achievable)
- Realista (Realistic)
- De duración limitada (Time-bound)

Deberá indicar cuánto y para cuando se requieren los resultados.

Paso 5

Análisis de causa raiz: Se realiza el trabajo de reflexión que busca encontrar la causa raíz de los problemas identificados en la situación actual. Este proceso es clave, pues determinar la causa raíz correcta asegura buenos resultados.

Se deben considerar las siguientes preguntas:

- ¿Qué reflejan los datos y hechos relevados del problema (localización, patrones, tendencias, factores) sobre por qué existe el problema (desviación, variación)?
- ¿Qué circunstancias están impidiendo que se logren los objetivos?
- ¿Por qué existen esas circunstancias?
- ¿Cuáles son sus causas?

Para este paso se recomienda hacer entrevistas, utilizar la metodología de los 5 ¿Por qué?, diagramas de causa y efecto, regresión y correlación, análisis de proceso, etc.

Paso 6

Contramedidas o Propuestas de solución: Se deben crear medidas de contención para cada una de las causas, asignando responsables y fechas compromiso a cada una de ellas, el resultado de cada una de ellas será verificado por los integrantes del equipo multidisciplinario y determinaran acciones a seguir dependiendo de los resultados obtenidos.

Paso 7

Plan de acción: Se deben establecer las medidas de contención y corrección, basándose en los análisis de las medidas de contención se realizan los planes de acción, se deben asignar responsables y fechas compromiso de ejecución, se recomienda utilizar gráficos Gantt y planes de acción.

Se deben considerar las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las acciones principales y resultados del proceso de implementación y en qué secuencia?
- ¿Qué recursos serán necesarios?
- ¿Quién será responsable de qué, cuándo y cuánto?
- ¿Cómo se medirá la eficacia?
- ¿Cuándo se medirá el progreso y por quién?

Paso 8

En esta sección se hace el seguimiento al proyecto y se verifica si las acciones están dando los resultados esperados. También se realiza un análisis de los aprendizajes logrados.

Se puede apoyar contestando las siguientes preguntas:

- ¿Cómo y cuándo se sabrá si se siguen los planes y si las acciones han tenido el resultado previsto necesario?

- ¿Cómo se determinará si se alcanzan los objetivos?
- ¿Cómo se determinará si se han reducido las variaciones del desempeño o rendimiento?
- ¿Qué problemas asociados o consecuencias no deseables se pueden anticipar?
- ¿Qué medidas de contingencia se pueden anticipar?
- ¿Qué procesos se utilizarán para activar, asegurar y mantener el éxito?

Capitulo IV. Resultados

A continuación, se puede observar los resultados obtenidos después de aplicar la metodología:

Paso 1

Se estableció un grupo de trabajo multidisciplinario y se realizó una capacitación a la metodología Kaizen y el uso de la herramienta A3.

El equipo fue conformado con personal de los siguientes departamentos:

- Envasado - Producción
- Calidad
- Mantenimiento

En la siguiente tabla se puede observar a los integrantes del equipo.

Tabla 1
Lista de integrantes del equipo

Nombre	Departamento
Luis Ramirez	Mantenimiento
Jesus Chacón	Mantenimiento
Violeta Ramirez	Calidad
Salvador Galicia	Envasado Producción
Daniel Hernandez	Envasado Producción
Naomi Ortiz	Envasado Producción
Miguel Martinez	Envasado Producción
Jorge López	Envasado Producción
Alexis Reséndiz	Envasado Producción

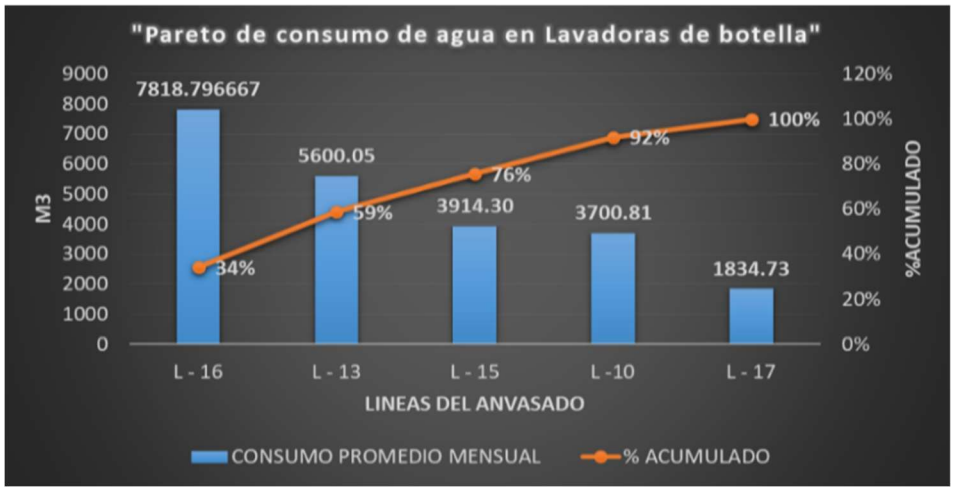
Paso 2

El problema se presenta en envasado producción dentro de la cervecera, los valores de consumo de agua se encontraban por arriba del objetivo en 3.4% total planta. En los últimos meses la lavadora de botella ha sido el equipo que ha reportado el mayor consumo de agua, en la siguiente grafica se puede observar que el 34% de consumo lo ha generado la línea 16, la línea con mayor oportunidad con un consumo promedio de 7,818,79 m3, siendo el objetivo de 7,200 m3 mensual, es decir un 8.59% por arriba del objetivo de línea 16.

Tabla 2
Análisis de Pareto “Consumo de agua en lavadoras de botella 355 ml”. Elaboración propia con información de la cervecera.

LINEA	CONSUMO PROMEDIO MENSUAL	%	ACUMULADO	% ACUMULADO
L - 16	7818.79667	34%	7818.80	34%
L - 13	5600.05	24%	13418.84	59%
L - 15	3914.30	17%	17333.15	76%
L -10	3700.81	16%	21033.96	92%
L - 17	1834.73	8%	22868.69	100%
SUMA	22868.69	100%		

Figura 16
Grafica de Pareto “Consumo de agua en lavadoras de botella 355ml”: Elaboración propia con información de la cervecera.



Paso 3

Desde marzo, el consumo de agua en lavadora de botella de línea 16, se ha mantenido fuera de objetivo.

Se tomaron como muestra los meses de mayo y junio para poder exponer a los lideres del área, siendo en junio el pico más alto de consumo de agua con 8,426.32 m3.

En conjunto con los lideres se determinó que en la actualidad se tiene un 49% de colaboradores nuevos en el área, debido a la alta rotación de personal a partir del cambio con

los nuevos socios, sin embargo, se realizó un recorrido por la línea 16 previo al evento descubriendo los siguientes puntos:

- Irregularidades en los estándares de operación.
- No hay estándar de operación en la estación de trabajo del operador.
- No se desincrusto ningún tubo de espreas.
- No existen centerline o ayudas visuales en las válvulas de paso de agua
- Manómetros inservibles

A continuación, se muestran las gráficas obtenidas de los consumos de agua en línea 16 “Lavadora de botella”, registrados en los meses: mayo, junio y julio. Se puede visualizar que no se cumplió con el objetivo.

Figura 17

Consumo de agua en lavadora de botella Línea 16, mayo 2023. Elaboración propia.

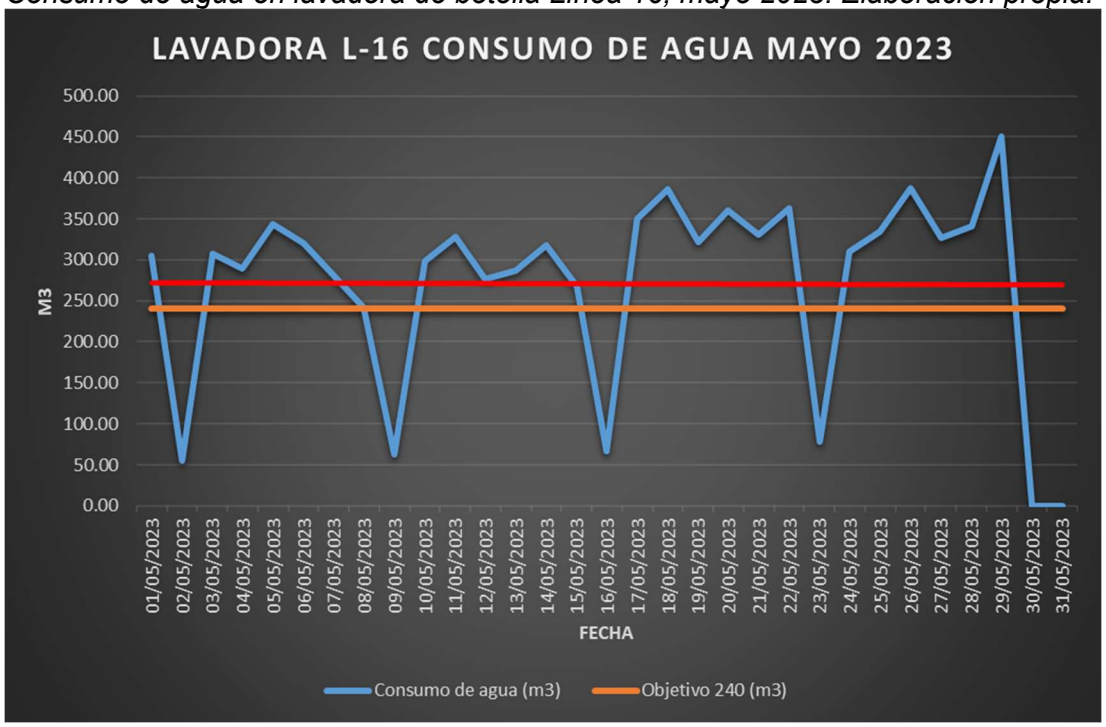


Figura 18

Consumo de agua en lavadora de botella Línea 16, junio 2023. Elaboración propia con información de la cervecera.

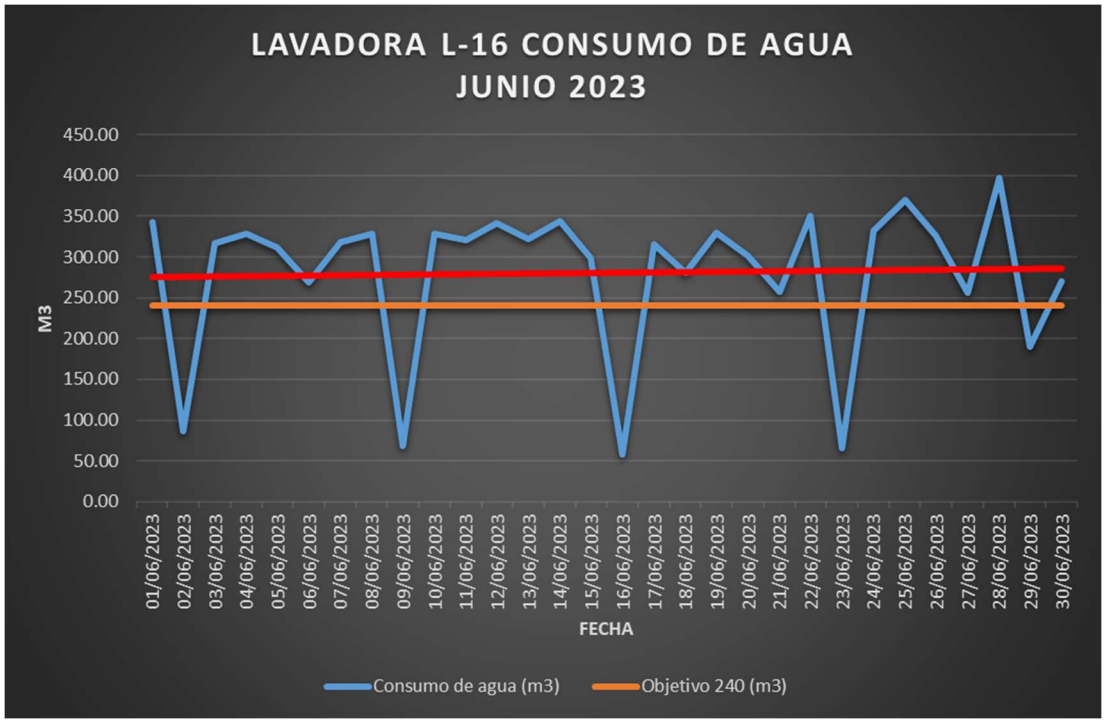


Figura 19

Consumo de agua en lavadora de botella Línea 16, julio 2023. Elaboración propia con información de la cervecera.

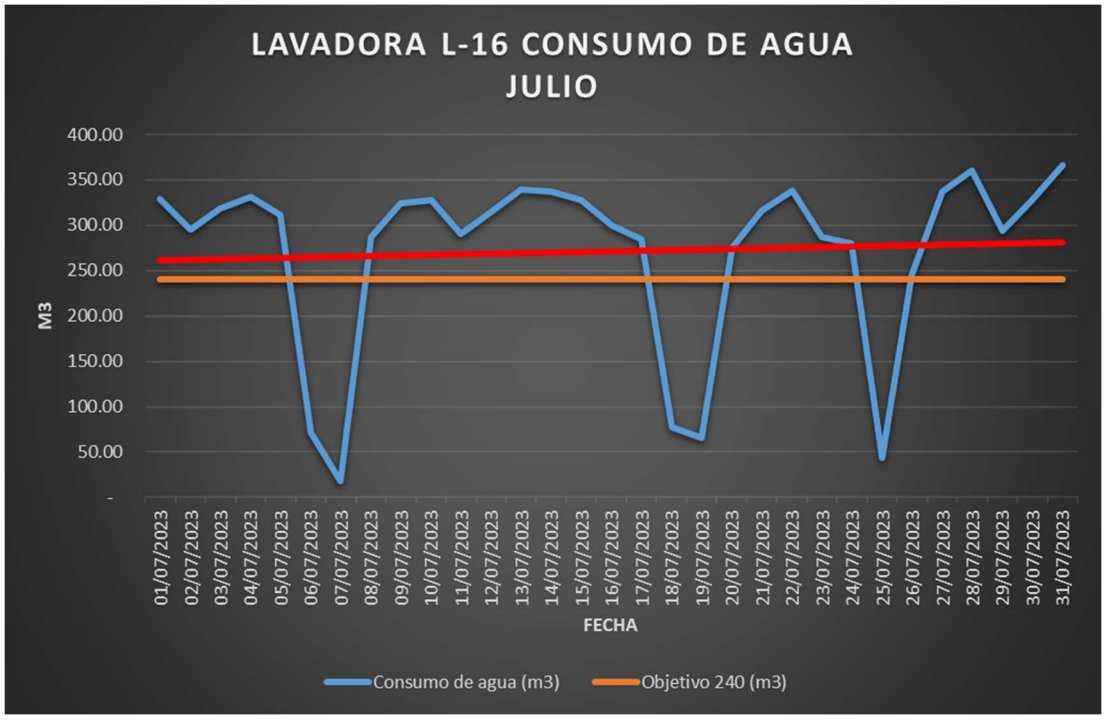
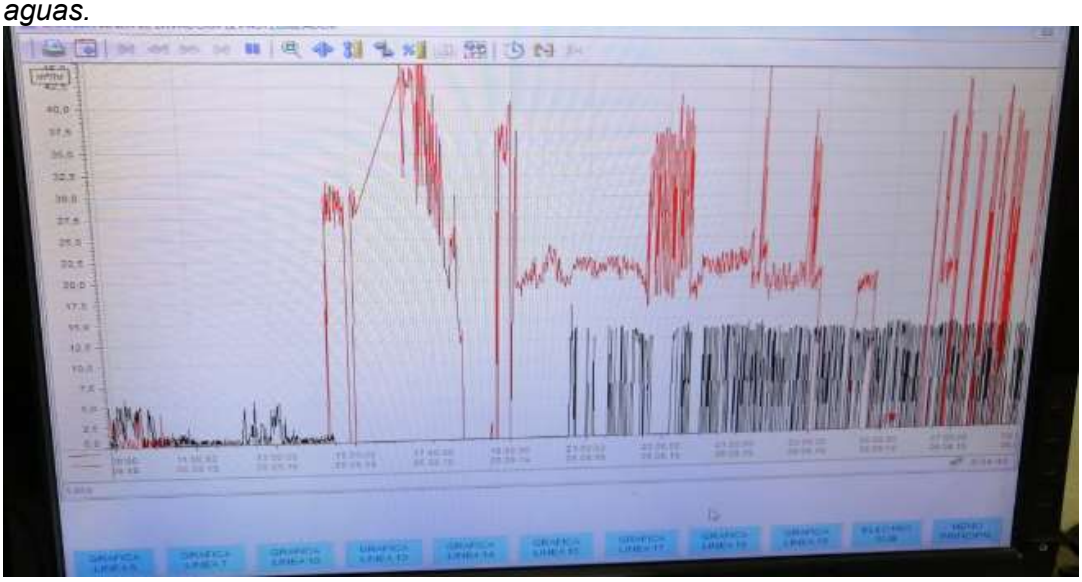


Figura 20

Consumo de agua L16. Lavadora de botella "Línea Roja" desde monitor de tratamiento de aguas.



Paso 4

El objetivo de esta metodología es eliminar el consumo excesivo de agua, generado por las malas prácticas y condiciones de la máquina, se busca reducir por lo menos en un 8.59% el consumo del agua y desarrollar un estándar de trabajo para asegurar que el personal operativo trabaje de forma estandarizada en un tiempo no mayor a 30 días.

Figura 21

Objetivos

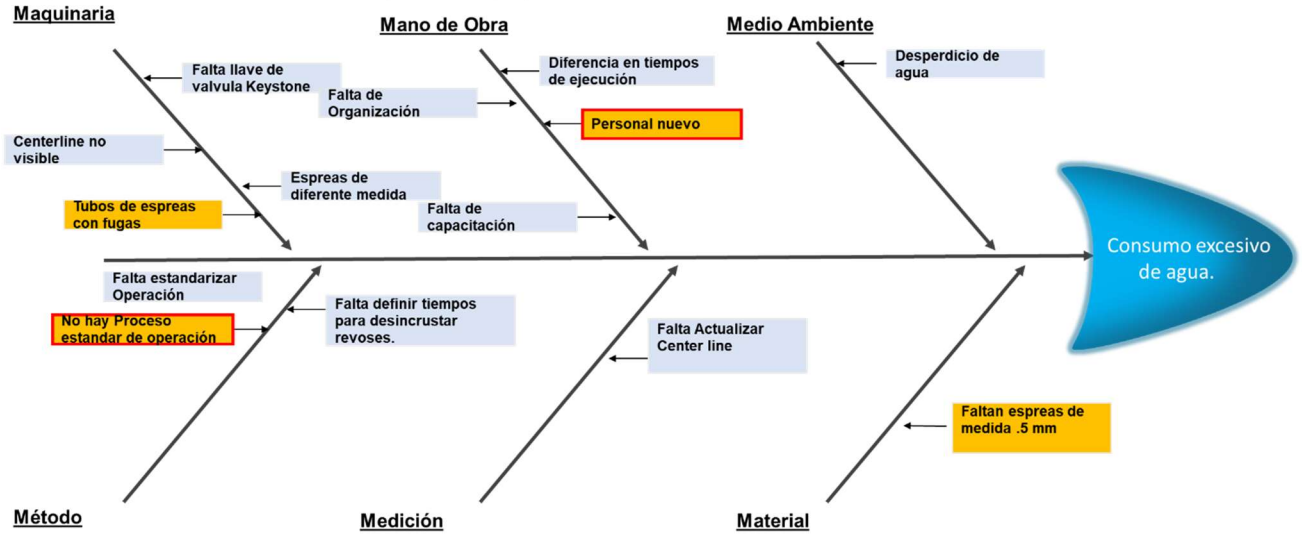


Paso 5

El análisis de causa raíz se realizó usando la herramienta de causa y efecto “Ishikawa”, a continuación, se muestra el diagrama generado por el equipo:

Figura 22

Diagrama Ishikawa realizado por el equipo de la cervecera.



Determinando nuestras principales causas raíz:

- No hay un proceso estándar de operación.
- Hay personal nuevo.
- No hay estandarización de espreas.
- Fugas en espreas.

Paso 6

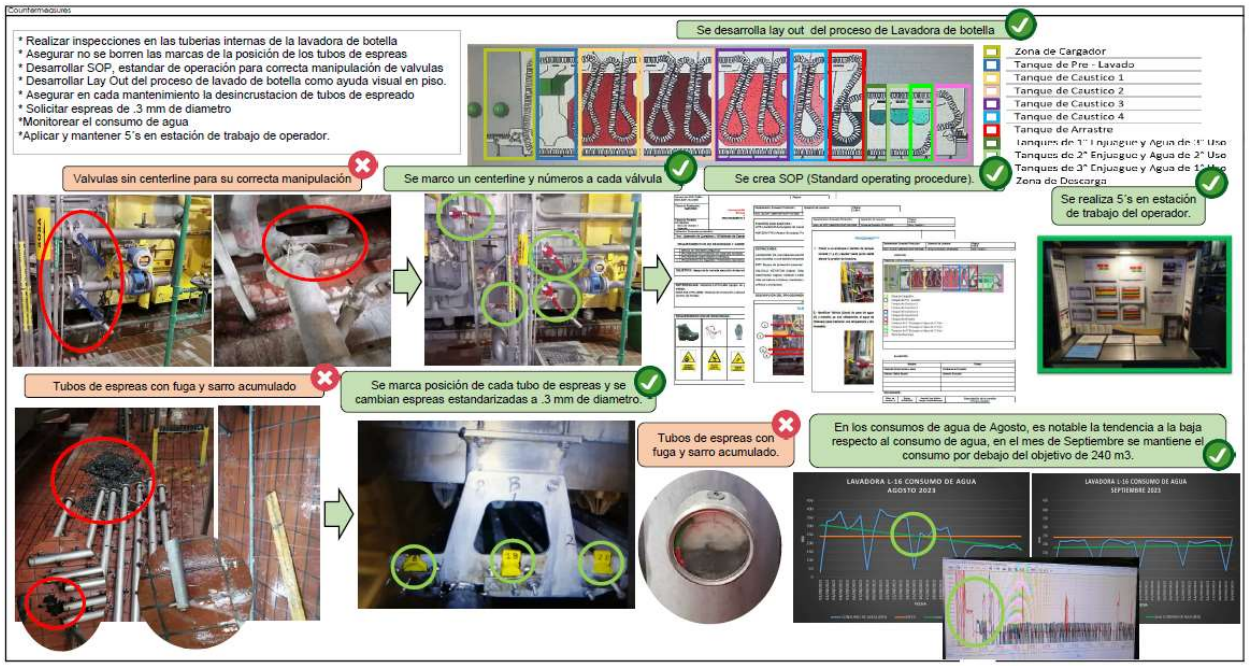
De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de causa raíz, se realizaron las siguientes medidas de contención inmediatas:

- Realizar inspecciones en las tuberías internas de la lavadora de botella
- Asegurar las marcas en los tubos de espreas
- Desarrollo SOP (Standard Operating Procedure), estándar de operación para correcta manipulación de válvulas de entrada de agua.
- Desarrollar Lay Out del proceso de lavado de botella como ayuda visual en piso.

- Asegurar la desincrustación inicial de tubos de espreado.
- Iniciar con el monitoreo de consumo de agua
- Aplicar 5´s en estación de trabajo del operador.

Figura 23

Paso 6 de A3. Contramedidas. ***Ver anexo A***



Paso 7

Se estableció un plan de acción con medidas de contención y corrección.

A continuación, se puede observar el plan de acción desarrollado para el seguimiento de contramedidas, asegurando el cumplimiento de las mismas para poder obtener los resultados esperados.

Figura 24

Plan de acción de contramedidas de contención y corrección. ***Ver anexo B***

Plan de Acción

Reduccion de consumo de agua

Fecha del evento: 28-jun-23

Actualizado el: 28-oct-23

Completada	100%	22	
En Proceso	0%	0	
Retrasada	0%	0	
En Tiempo	0%	0	



#	Responsable	Actividades pendientes	Status / Update	Fecha compromiso	Completado	Comentarios
1	Jesús Chacón	Cotizar variadores para lavadora	Completada	6-jul.-23	13-jul.-23	Se realiza cotización de variadores y se da seguimiento con numero en SAP.
2	Salvador Galicia	Ajustar válvula de alimentación a la entrada de agua "Keystone"	Completada	13-jul.-23	13-jul.-23	Se ajusto la válvula
3	Luis Ramirez	Verificar la calibración de los manómetros a la entrada de lavadora	Completada	13-jul.-23	13-jul.-23	Ok
4	Jesús Chacón	Verificar el pedido de las espreas de enjuague .3 mm de diámetro	Completada	6-jul.-23	7-jul.-23	Ya se habia realizado el pedido de las espreas llegan el día
5	Luis Ramirez	Ajustar el set point de las líneas de lavadora	Completada	6-jul.-23	13-jul.-23	Ok
6	Salvador Galicia	Ajustar el tiempo de alarma del setpoint de válvula jugomatik	Completada	6-jul.-23	13-jul.-23	
7	Luis Ramirez	Crear checklist de lavadora	Completada	6-jul.-23	10-jul.-23	Confirmar con Líder del área
8	Luis Ramirez	Reparar sonda de temperatura	Completada	20-jul.-23	20-jul.-23	
9	Luis Ramirez	Reparar sonda de concentración de sosa en el tanque de arrastre	Completada	27-jul.-23	3-ago.-23	
10	Salvador Galicia	Desincruztar rebose de tanque de agua de 3" enjuague y agua de 1" uso a tanque de arrastre y colocar en orden de mantenimiento.	Completada	13-jul.-23	20-jul.-23	Pendiente por colocar en rutina de PML
11	Salvador Galicia	Desmontar e inspeccionar tubos de espreas, detectar espreas faltantes.	Completada	6-jul.-23	6-jul.-23	
12	Miguel Martinez	Soldar tubos de espreado y colocar espreas faltantes .3 mm de diámetro	Completada	6-jul.-23	6-jul.-23	
13	Salvador Galicia	Montar tubos de espreado	Completada	6-jul.-23	6-jul.-23	
14	Daniel Hernandez	Pintar y colocar center line a llaves Keystone	Completada	20-jul.-23	20-jul.-23	
15	Alexis Reséndiz	Documentar Procedimiento Estandar de Operación (SOP)	Completada	14-jul.-23	18-jul.-23	
16	Alexis Reséndiz	*Diseñar Lay Out de procedimiento de lavadora para capacitación en nuevos ingresos*	Completada	14-jul.-23	18-jul.-23	
17	Alexis Reséndiz	*Presentar SOP y Diseño de lay out con Gerente de envasado y Shift Leaders.*	Completada	7-ago.-23	7-ago.-23	
18	Alexis Reséndiz	*Actualizar SOP en estaciones de trabajo*	Completada	7-ago.-23	7-ago.-23	
19	Alexis Reséndiz	*Programar reunión para presentar el nuevo estandar de operación con cada tripulación, solicitar firmas de difusión de la información y compromiso de operar con los ajustes compartidos.*	Completada	7-ago.-23	9-ago.-23	
20	3 Tripulaciones	*Arraque de nuevo procedimiento estandar de operación*	Completada	14-ago.-23	10-ago.-23	
21	Jose Luis Cortes	*Pedir a calidad realizar el correcto llenado de su bitacora de liberacion de lineas (Garantizando 0 arrastre de sosa caustica en los envases)*	Completada	10-ago.-23	10-ago.-23	
22	Jose Luis Cortes	Mandar a reparar bomba de 2do uso	Completada	10-ago.-23	28-ago.-23	Pendiente bomba para reemplazo

1.- Se realizó la cotización de variadores para lavadora, ya que los que tenían no cumplen con su función.

2.- Se realizó el ajuste y cambio de válvula de entrada de agua “Keystone”, en el recorrido se detectó que esta se encontraba en una posición invertida.

3.- Se realizó la calibración de los manómetros, algunos se encontraban inservibles o sin visibilidad en la mirilla por acumulación de sarro.

4.-Se realizó una solicitud en el almacén, por espreas de .3mm de diámetro, cuando se desincrustaron los tubos de espreas, el equipo se percató que las espreas que tenían eran hasta de .8 mm de diámetro, teniendo una diferencia de entre .3mm o más.

5.- Se realizó un ajuste en el set point de la lavadora, con el fin de regular la entrada de agua en la máquina.

6.- Se ajustó el set point de las válvulas jugomatik, ya que, se encontraron variaciones en los set point de las distintas válvulas.

7.- Se creo el check list de lavadora, además se solicitó al operador llenarlo al inicio de turno, con el fin de verificar las condiciones de la máquina, así como los ajustes adecuados en las válvulas de entrada de agua respecto al estándar de operación (SOP).

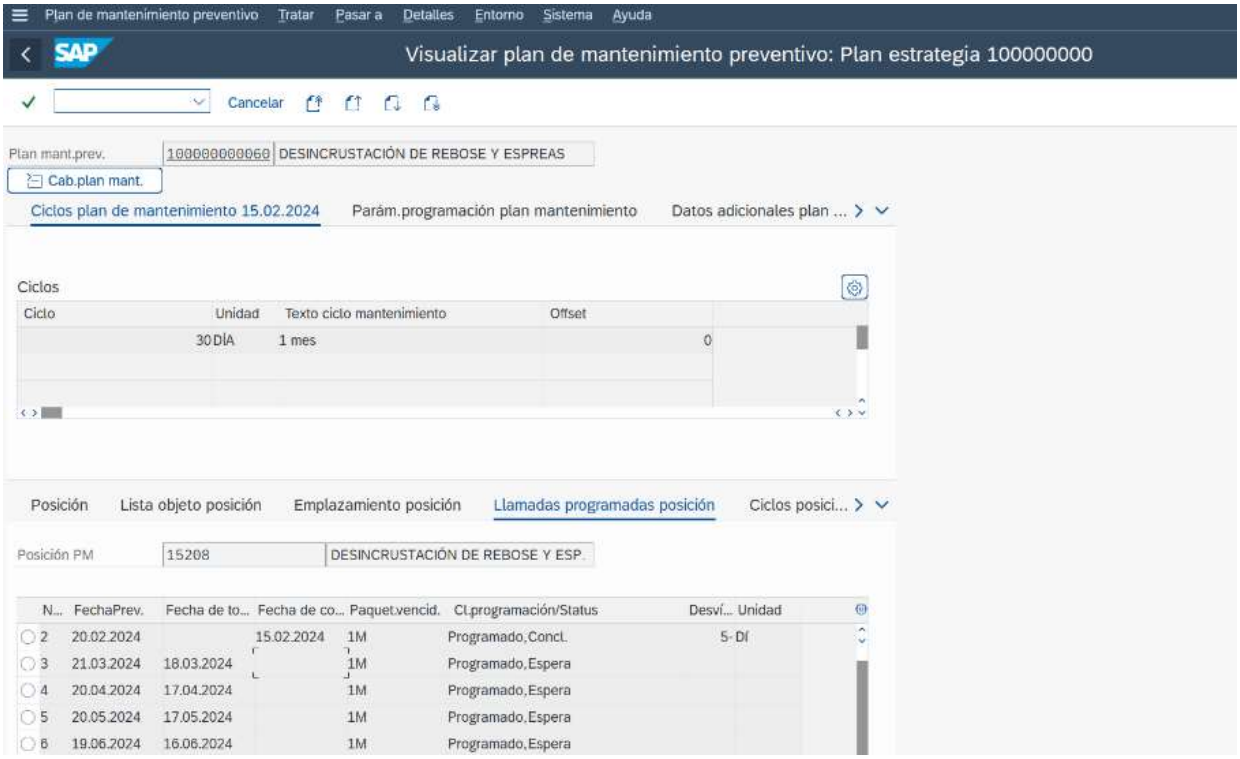
8.- Se reparó la sonda de temperatura para garantizar el correcto suministro de agua al tanque de rebose, ya que, si la temperatura es mayor a 75° C, se abre la válvula para ingresar agua limpia y fresca, manteniendo el tanque de arrastre por debajo de 75°C.

9.- Se reparó la sonda de concentración de sosa en el tanque de arrastre, para garantizar que el tanque esté en una concentración de sosa por debajo del 1.2%

10.- Se desincrustó rebose de tanque de agua 3° uso y 1° uso a tanque de arrastre y se colocó en orden de mantenimiento garantizando que se realice mensualmente.

Figura 25

Orden de mantenimiento en SAP



11 y 12.- Se realizó una inspección a los tubos de espreas, se eliminó suciedad, se soldaron fisuras y nuevas espreas, asegurando tener espreas de .3mm de diámetro.

Figura 26
Mantenimiento a tubos de espreas



13.- Se montaron tubos de espreado y se marcó su posición.

Figura 27
Montaje de tubos de espreado



14.- Se pintaron válvulas keystone, se colocó su número correspondiente y centerline para poder realizar SOP (Standard Operating Procedure).

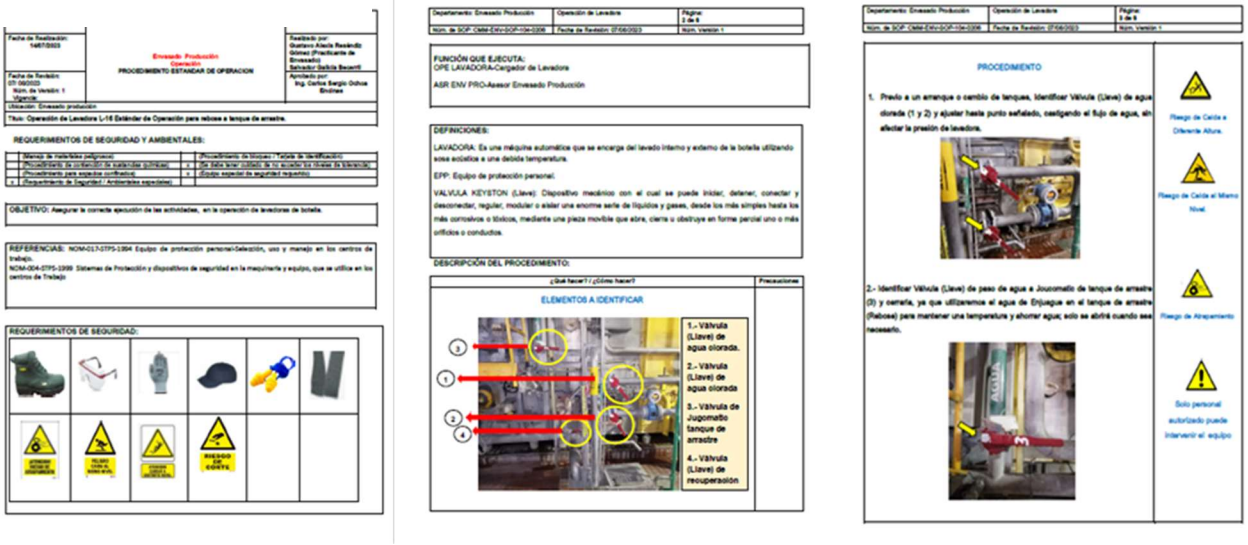
Figura 28
Válvulas keystone



15 y 17.- Se documentó SOP (Standard Operating Procedure). Como consulta del operador y operadores de nuevo ingreso, asegurando el mismo estándar de ajustes al momento de operar la máquina, se presentó con el gerente de envasado, así como lideres del área.

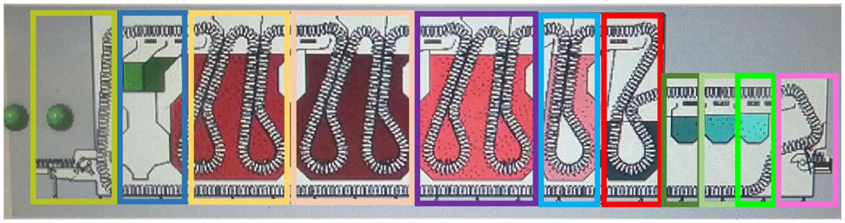
Figura 29

Documentación de SOP.



16 y 17.- Se creó el lay out del proceso de lavadora de botella, como ayuda visual para el personal operativo y capacitación de personal de nuevo ingreso, se presentó en conjunto con el SOP (Standard Operating Procedure), al gerente y lideres del área.

Figura 30
Lay out del área de estudio



Zona de Cargador
Tanque de Pre - Lavado
Tanque de Caustico 1
Tanque de Caustico 2
Tanque de Caustico 3
Tanque de Caustico 4
Tanque de Arrastre
Tanques de 1° Enjuague y Agua de 3° Uso
Tanques de 2° Enjuague y Agua de 2° Uso
Tanques de 3° Enjuague y Agua de 1° Uso
Zona de Descarga

18.- Se colocó el SOP y ayuda visual de layout de lavadora de botella en la estación de trabajo del operador, para su consulta.

19.- Se presentaron los nuevos ajustes y estándar de operación con las 3 tripulaciones de la Línea 16, firmaron la información que se les compartió comprometiéndose a trabajar con los ajustes descritos en la SOP.

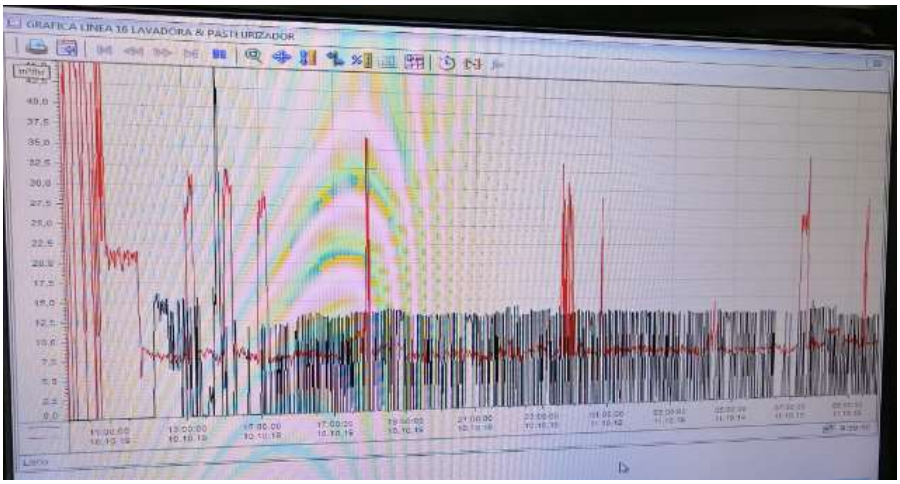
Figura 31
Presentación de los nuevos ajustes en Línea 16



20.- El 14 de agosto se inició el arranque de línea 16 aplicando los nuevos ajustes, mostrando un cambio notable en la gráfica del puesto de control en donde tratamiento de aguas monitorea el consumo de agua por equipo.

Figura 32

Consumo de agua por equipo con nuevos ajustes de operación.



21.- Se solicitó al equipo de calidad el correcto llenado y seguimiento de la bitácora de liberación de línea 16, garantizando 0 arrastre de sosa caustica en el envase.

22.- Se mandó a reparar la bomba de agua de 2° uso, ya que, presentaba vibración y temperatura anormal.

Paso 8

Los resultados obtenidos a través del presente estudio muestran que los operadores no tenían un estándar de operación definido, lo que ocasionaba consumos excesivos de agua, además de no tener estandarizadas las espreas, tenían espreas de hasta .8 mm de diámetro, siendo de .3mm de diámetro el tamaño de la esprea que marca el manual.

Además, se integró una orden de mantenimiento con la desincrustación de tubos de espreado y reboses en la lavadora de botella, ya que no se tenían definidos tiempos de limpieza de las mismas.

Se definió una métrica de seguimiento, incluyendo el cumplimiento a la calidad de lavado de botella con 0 arrastre de sosa en el envase, con el fin de garantizar la inocuidad del producto ya que, al estar ahorrando agua, es posible incumplir con los lineamientos de calidad, provocando un arrastre de sosa en el envase, como se puede ver en la tabla 12 se ha cumplido el objetivo desde el mes de julio, se espera tener el mismo resultado en los meses siguientes hasta junio 2024, cumpliendo con los 12 meses de seguimiento que solicita la metodología.

También se incluyó la métrica de consumo de agua, el principal objetivo dentro del proyecto, garantizando tener un consumo dentro del objetivo de 7,200 m^3. Como se muestra en la tabla 12, en el mes de Julio no se cumplió con el objetivo, ya que hasta el mes de agosto se cumplió el 80% de cierre en el plan de acción derivado del evento. En agosto se aplicaron los nuevos ajustes, mismos con los que se opera el equipo, por lo que se espera continuar con los indicadores dentro de objetivo hasta junio 2024, cumpliendo con los 12 meses de seguimiento que solicita la metodología.

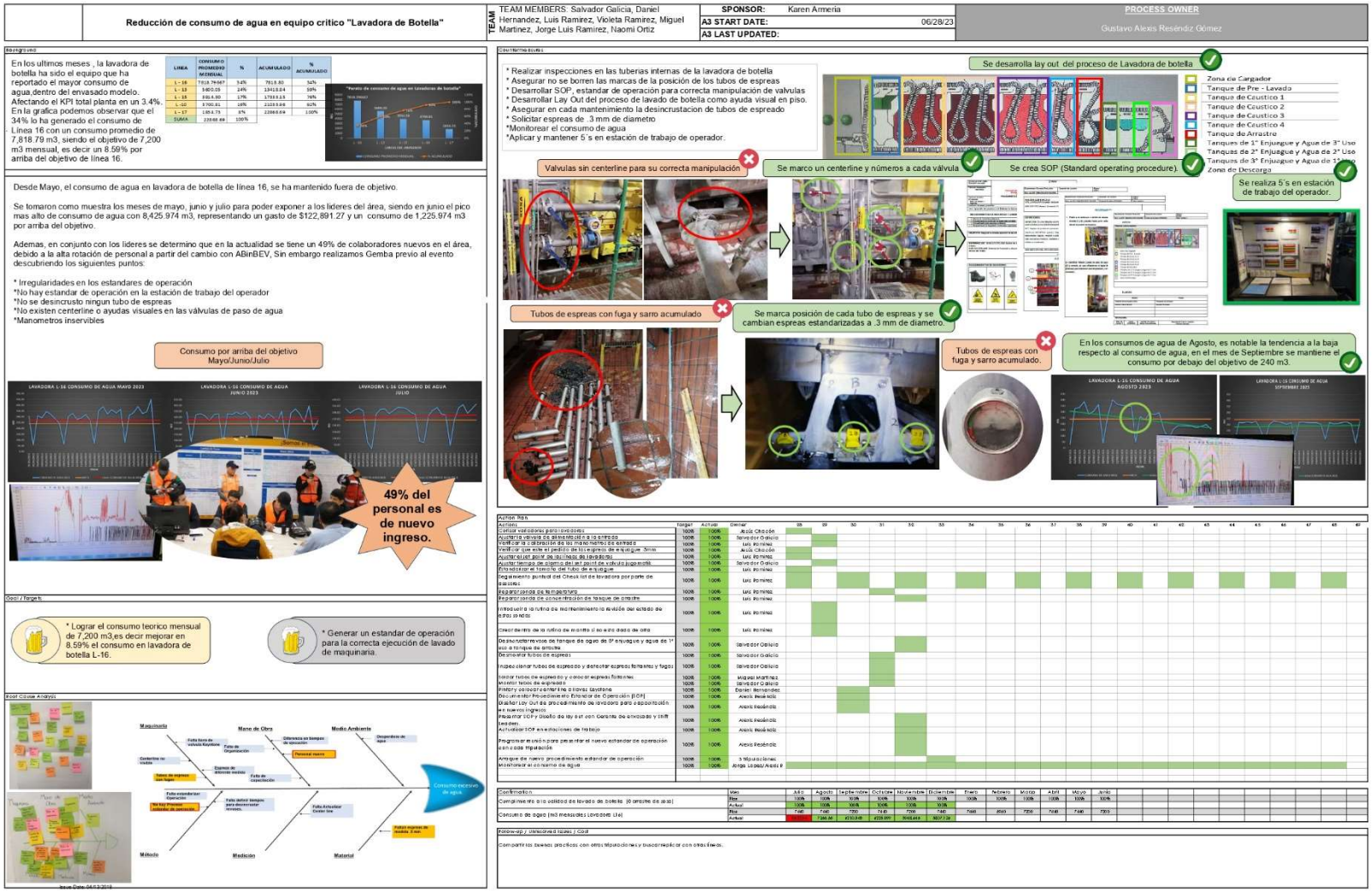
Figura 33
Métrica de seguimiento

Confirmation	Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
Cumplimiento a la calidad de lavado de botella (0 arrastre de sosa)	Plan	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Actual	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Consumo de agua	Plan	7440	7440	7200	7440	7200	7440	7440
	Actual	8422.04	7366.66	6210.545	6225.099	5948.646	5807.126	5940.782

El resultado de la metodología aplicada se muestra en el formato A3 siguiente:

Figura 34

A3 reducción de consumo de agua en lavadora de botella, línea 16.



Conclusiones

El presente proyecto demuestra que es posible reducir significativamente el consumo de agua en una lavadora de botella por medio de una activación de múltiples medidas mediante la metodología Kaizen.

A continuación, se presenta una lista de conclusiones aplicadas al proyecto:

- Fue posible obtener una reducción de consumo de agua del 14% por debajo del consumo inicial de la lavadora.
- Cada m³ extraído de agua (pozo-CONAGUA) genera un costo de $22.8597 y $77.38 por cada m3 enviado a la red de drenaje (descarga-SACMEX); por lo tanto 1 m³ cuesta $100.2397, por lo que se puede afirmar que se redujo el consumo de agua en 52,259.163 m^3, representando un ahorro de $103,485.94 en promedio mensual.

Las medidas con mayor efectividad para disminuir el consumo de agua fueron las siguientes:

1. Inspección de los tubos de espreas, eliminando suciedad y habilitando reboses a tanque de arrastre.
2. Estandarización de espreas de .3 mm de diámetro en tubos de espreado.
3. Creación de orden de mantenimiento para desincrustación de espreas y reboses con una frecuencia mensual.
4. Documentación de SOP como consulta del operador y operadores de nuevo ingreso, asegurando el mismo estándar de ajustes al momento de operar la máquina.
5. Creación de Lay Out del proceso en lavadora de botella.
6. Ajuste y cambio de válvula de entrada de agua Keystone y Jugomatic.
7. Ajuste de set ponit en válvulas Jugomatic.
8. Cambio de la sonda de temperatura.

Al implementar estas medidas se tuvo un impacto positivo en el consumo de agua, garantizando la calidad del lavado, además de representar un ahorro importante, resulta ser beneficioso, es un recurso vital, por lo que es indispensable su protección y conservación, el agua es clave para el bienestar humano y sólo funciona como recurso renovable si está bien gestionada.

Finalmente, la compañía otorgo un reconocimiento por los resultados obtenidos al concluir el presente proyecto, logrando una reducción significativa de agua, contribuyendo en el pilar de medio ambiente. El reconocimiento “Victorioso”, fue otorgado al Operador Salvador Galicia y al practicante Gustavo Alexis Reséndiz Gómez. **Ver anexo D**

Además, fueron colocados los nombres y fotografías en el paseo de la fama en la recepción de la planta. **Ver anexo E**

Competencias desarrolladas

Durante la estancia en la cervecera y la realización del presente proyecto, se logró desarrollar las siguientes competencias:

Interpersonales

- Capacidad y habilidad para trabajar en equipo
- Comunicación oral y escrita
- Toma de decisiones
- Iniciativa
- Capacidad de análisis, síntesis y abstracción
- Capacidad de comunicación con profesionistas de otras áreas
- Compromiso

Capacidades sistémicas

- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
- Solución de problemas
- Habilidad de gestión de la información
- Liderazgo y manejo de personal
- Habilidad para trabajar de forma autónoma

Referencias

Cámara de Comercio de Oruro. (2021, August 9). *¿Qué es y para qué sirve el Diagrama Causa-Efecto?* Cámara de Comercio de Oruro. https://camaradecomerciodeoruro.com/2021/08/09/que-es-y-para-que-sirve-el-diagrama-causa-efecto/

Google maps. (2024). *Ubicación Cervecera*. https://www.google.com.mx/maps/search/+polanco/@19.4379757,-99.2128495,5769m/data=!3m1!1e3?entry=ttu

Interempresas Media, S. L. U.-G. I. (2019, May 31). *La industria alimentaria consume el 70% del agua dulce mundial*. Interempresas Media, S.L.U. - Grupo Interempresas. https://www.interempresas.net/Alimentaria/Articulos/246677-La-industria-alimentaria-consume-el-70-por-ciento-del-agua-dulce-mundial.html

Kanbantool. (2024). *¿Qué es la Solución de Problemas A3?* Kanbantool. https://kanbantool.com/es/guia-kanban/solucion-de-problemas-a3

Longares, Ó. (2024). *Ishikawa – Diagrama Causa-Efecto*. Activa Conocimiento Progreso Personal y Profesional En Gestión y Liderazgo. https://activaconocimiento.es/ishikawa-diagrama-causa-efecto/

Martins, J. (2022, November 11). *Qué son los objetivos SMART con ejemplos y plantilla*. Asana. https://asana.com/es/resources/smart-goals

Obando, R. (2024, January 2). *Diagrama de Pareto: qué es, cómo hacerlo y ejemplos*. HubSpot. https://blog.hubspot.es/sales/como-hacer-diagrama-pareto

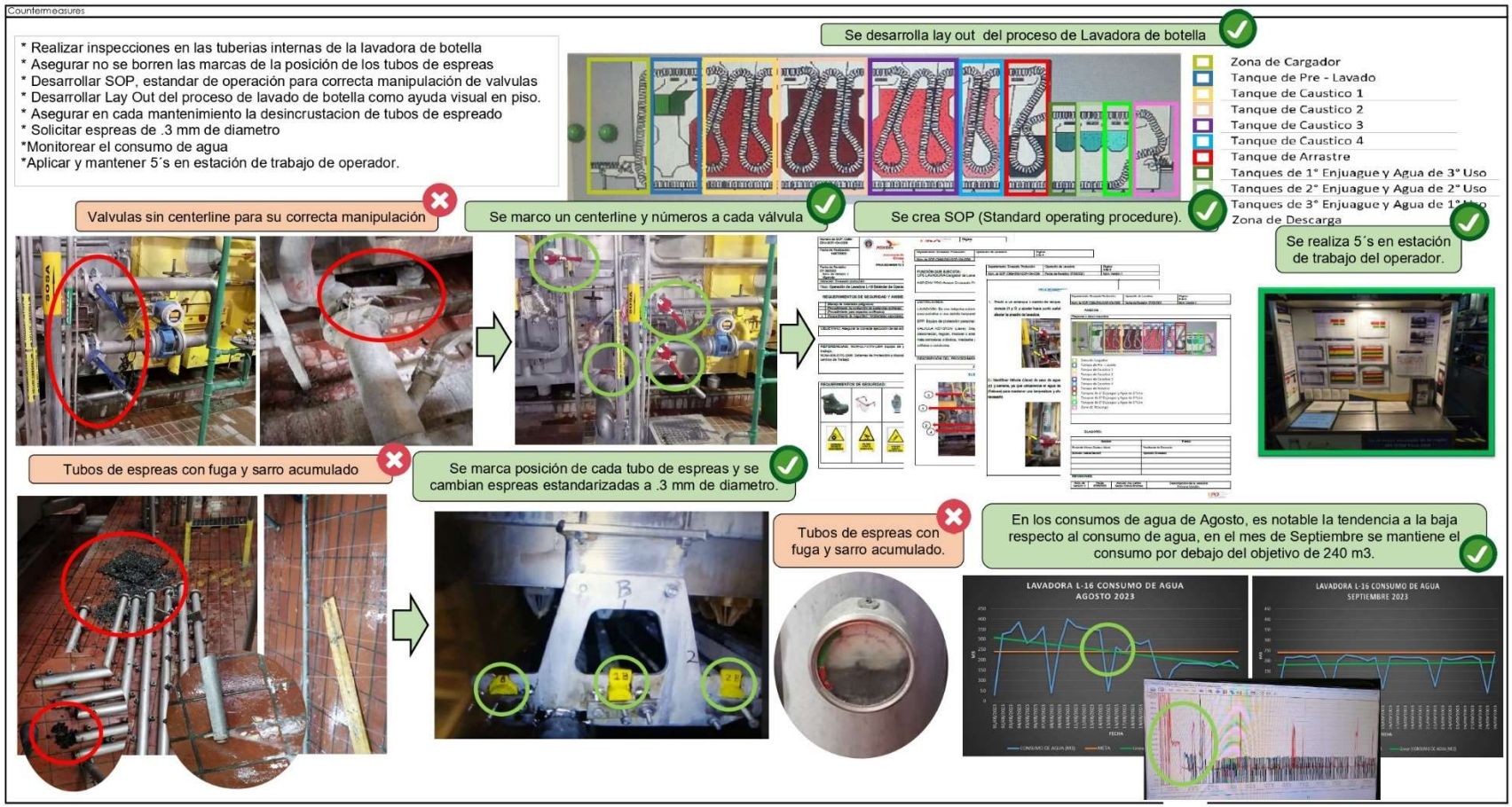
Rodríguez, J. (2023). *Qué es el diagrama de Ishikawa, para qué sirve, cómo crearlo y ejemplos*. HubSpot. https://blog.hubspot.es/sales/diagrama-ishikawa

Salazar, B. (2019a, June 17). *Kaizen: Mejora continua ¿Qué es el método Kaizen?* Ingeniería Industrial Online.

Salazar, B. (2019b, October 29). *¿Qué es el Lean Manufacturing?* Ingenieria Industrial Online. https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/que-es-el-lean-manufacturing/

Anexos

Anexo A. Paso 6 de A3, contramedidas.



Anexo B. Plan de acción.

Plan de Acción

Reduccion de consumo de agua

Fecha del evento: *28-jun-23*

Actualizado el: *28-oct-23*

Completada	100%	22
En Proceso	0%	0
Retrasada	0%	0
En Tiempo	0%	0

#	Responsable	Actividades pendientes	Status / Update	Fecha compromiso	Completado
1	Jesús Chacón	Cotizar variadores para lavadora	Completada	6-jul.-23	13-jul.-23
2	Salvador Galicia	Ajustar válvula de alimentación a la entrada de agua "Keystone"	Completada	13-jul.-23	13-jul.-23
3	Luis Ramirez	Verificar la calibración de los manómetros a la entrada de lavadora	Completada	13-jul.-23	13-jul.-23
4	Jesús Chacón	Verificar el pedido de las espreas de enjuague .3 mm de diámetro	Completada	6-jul.-23	7-jul.-23
5	Luis Ramirez	Ajustar el set point de las líneas de lavadora	Completada	6-jul.-23	13-jul.-23
6	Salvador Galicia	Ajustar el tiempo de alarma del setpoint de válvula jugomatik	Completada	6-jul.-23	13-jul.-23
7	Luis Ramirez	Crear checklist de lavadora	Completada	6-jul.-23	10-jul.-23
8	Luis Ramirez	Reparar sonda de temperatura	Completada	20-jul.-23	20-jul.-23
9	Luis Ramirez	Reparar sonda de concentración de sosa en el tanque de arrastre	Completada	27-jul.-23	3-ago.-23
10	Salvador Galicia	Desincruztar rebose de tanque de agua de 3° enjuague y agua de 1° uso a tanque de arrastre y colocar en orden de mantenimiento.	Completada	13-jul.-23	20-jul.-23
11	Salvador Galicia	Desmontar e inspeccionar tubos de espreas, detectar espreas faltantes.	Completada	18-jul.-23	24-jul.-23
12	Miguel Martinez	Soldar tubos de espreado y colocar espreas faltantes .3 mm de diámetro	Completada	18-jul.-23	24-jul.-23
13	Salvador Galicia	Montar tubos de espreado	Completada	24-jul.-23	24-jul.-23
14	Daniel Hernandez	Pintar y colocar center line a llaves Keystone	Completada	20-jul.-23	20-jul.-23
15	Alexis Reséndiz	Documentar Procedimiento Estandar de Operación (SOP)	Completada	14-jul.-23	18-jul.-23
16	Alexis Reséndiz	*Diseñar Lay Out de procedimiento de lavadora para capacitación en nuevos ingresos*	Completada	14-jul.-23	18-jul.-23
17	Alexis Reséndiz	*Presentar SOP y Diseño de lay out con Gerente de envasado y Shift Leaders.*	Completada	7-ago.-23	7-ago.-23
18	Alexis Reséndiz	*Actualizar SOP en estaciones de trabajo*	Completada	7-ago.-23	7-ago.-23
19	Alexis Reséndiz	*Programar reunión para presentar el nuevo estandar de operación con cada tripulación, solicitar firmas de difusión de la información y compromiso de operar con los ajustes compartidos.*	Completada	7-ago.-23	9-ago.-23
20	3 Tripulaciones	*Arraque de línea 16 con nuevos estándares de operación*	Completada	14-ago.-23	10-ago.-23
21	Jose Luis Cortes	*Pedir a calidad realizar el correcto llenado de su bitacora de liberacion de lineas (Garantizando 0 arrastre de sosa caustica en los envases)*	Completada	10-ago.-23	10-ago.-23
22	Jose Luis Cortes	Mandar a reparar bomba de 2do uso	Completada	10-ago.-23	28-ago.-23

Anexo C. SOP (Standard Procedure Operation)

"Procedimiento estándar de operación", elaboración propia con información de la empresa.

Número de SOP: CMM-ENV-SOP-104-0206		Página: **1 de 5**
Fecha de Realización: **14/07/2023**	**Envasado Producción Operación PROCEDIMIENTO ESTANDAR DE OPERACION**	Realizado por: **Gustavo Alexis Reséndiz Gómez (Practicante de Envasado) Salvador Galicia Becerril**
Fecha de Revisión: 07/ 08/2023 Núm. de Versión: 1 Vigencia: 07/08/2024		Aprobado por: **Ing. Carlos Sergio Ochoa Encinas**
Ubicación: Envasado producción		
Título: **Operación de Lavadora L-16 Estándar de Operación para rebose a tanque de arrastre.**		

REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD Y AMBIENTALES:

	(Manejo de materiales peligrosos)		(Procedimiento de bloqueo / Tarjeta de identificación)
	(Procedimiento de contención de sustancias químicas)	x	(Se debe tener cuidado de no exceder los niveles de tolerancia)
	(Procedimiento para espacios confinados)	x	(Equipo especial de seguridad requerido)
x	(Requerimiento de Seguridad / Ambientales especiales)		

OBJETIVO: Asegurar la correcta ejecución de las actividades, en la operación de lavadoras de botella.

REFERENCIAS: NOM-017-STPS-1994 Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
NOM-004-STPS-1999 Sistemas de Protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo, que se utilice en los centros de Trabajo

REQUERIMIENTOS DE SEGURIDAD:



Departamento: Envasado Producción	Operación de Lavadora	Página: **2 de 6**
Núm. de SOP: CMM-ENV-SOP-104-0206	Fecha de Revisión: 07/08/2023	Núm. Versión 1

FUNCIÓN QUE EJECUTA:
OPE LAVADORA-Cargador de Lavadora

ASR ENV PRO-Asesor Envasado Producción

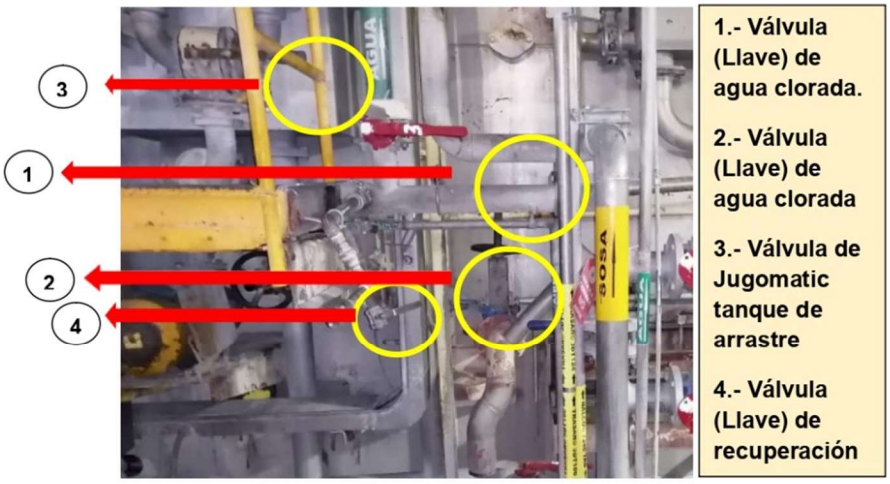
DEFINICIONES:

LAVADORA: Es una máquina automática que se encarga del lavado interno y externo de la botella utilizando sosa acústica a una debida temperatura.

EPP: Equipo de protección personal.

VALVULA KEYSTON (Llave): Dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos o tóxicos, mediante una pieza movible que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

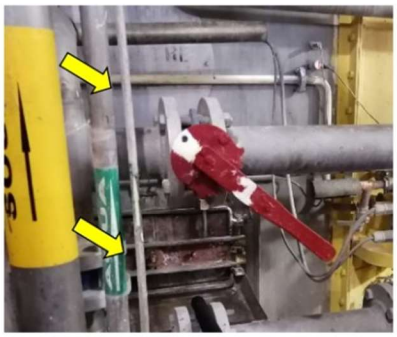
DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO:

¿Qué hacer? / ¿Cómo hacer?	Precauciones
ELEMENTOS A IDENTIFICAR  **1.- Válvula (Llave) de agua clorada.** **2.- Válvula (Llave) de agua clorada** **3.- Válvula de Jugomatic tanque de arrastre** **4.- Válvula (Llave) de recuperación**	

Departamento: Envasado Producción	Operación de Lavadora	Página: **3 de 6**
Núm. de SOP: CMM-ENV-SOP-104-0206	Fecha de Revisión: 07/08/2023	Núm. Versión 1

PROCEDIMIENTO

1. Previo a un arranque o cambio de tanques, Identificar Válvula (Llave) de agua clorada (1 y 2) y ajustar hasta punto señalado, castigando el flujo de agua, sin afectar la presión de lavadora.





Riesgo de Caída a Diferente Altura.



Riesgo de Caída al Mismo Nivel.

2.- Identificar Válvula (Llave) de paso de agua a Joucomatic de tanque de arrastre (3) y cerrarla, ya que utilizaremos el agua de Enjuague en el tanque de arrastre (Rebose) para mantener una temperatura y ahorrar agua; solo se abrirá cuando sea necesario.



Riesgo de Atrapamiento





Solo personal autorizado puede intervenir el equipo

Departamento: Envasado Producción	Operación de Lavadora	Página: **4 de 6**
Núm. de SOP: CMM-ENV-SOP-104-0206	Fecha de Revisión: 07/08/2023	Núm. Versión 1

3.- Identificar Válvula (Llave) de recuperación de agua (4), cerrarla totalmente para permitir que el tanque de enjuague rebose a tanque de arrastre. Solo se abrirá en cambio de tanques.



NOTA: Al operar la maquina retírese el chaleco, solo lo debe usar en tránsito por áreas de Logística

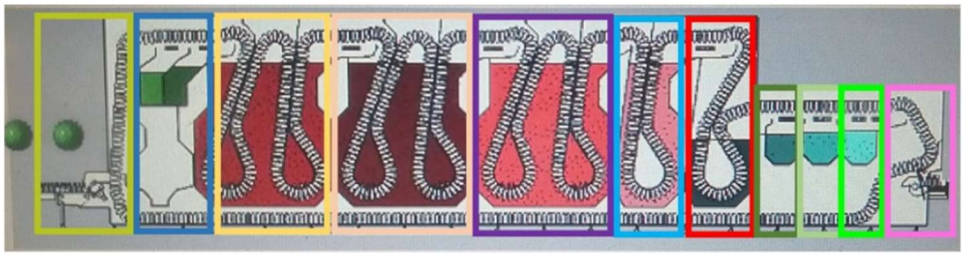
4.- Una vez realizado lo anterior, esperar de 10 a 15 min. Y verificar que el tanque de enjuague se encuentre rebosando al tanque de arrastre, de lo contrario revisar las válvulas o Llaves antes mencionadas.



Departamento: Envasado Producción	Operación de Lavadora	Página: **5 de 6**
Núm. de SOP: CMM-ENV-SOP-104-0206	Fecha de Revisión: 07/08/2023	Núm. Versión 1

ANEXOS:

Diagramas o planos requeridos



- Zona de Cargador
- Tanque de Pre - Lavado
- Tanque de Caustico 1
- Tanque de Caustico 2
- Tanque de Caustico 3
- Tanque de Caustico 4
- Tanque de Arrastre
- Tanques de 1° Enjuague y Agua de 3° Uso
- Tanques de 2° Enjuague y Agua de 2° Uso
- Tanques de 3° Enjuague y Agua de 1° Uso
- Zona de Descarga

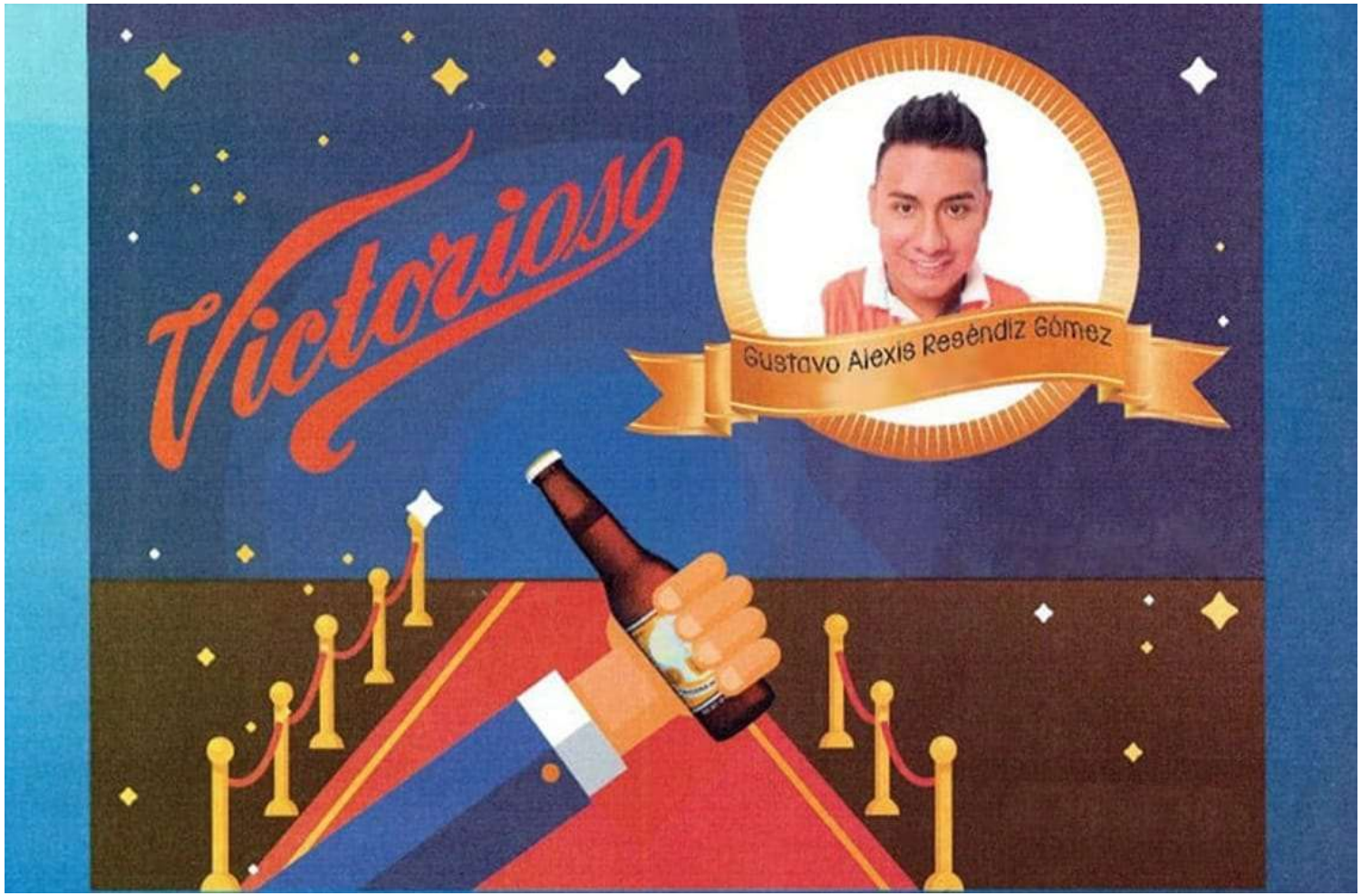
ELABORÓ:

Nombre	Puesto
Reséndiz Gómez Gustavo Alexis	Practicante de Envasado
Salvador Galicia Becerril	Operador Envasado

REVISIONES:

Núm. de Versión: 1	Fecha 07/08/2023	Aprobó: Ing. Carlos Sergio Ochoa Encinas	**Descripción de la versión** Primera Versión.

Anexo D. Reconocimiento “Victorioso”.



Anexo E. Paseo de la fama. (Vitrina, donde colocan la foto de los reconocidos por mes).

