



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Mejora de los métodos operativos del proceso productivo para disminuir los costos de producción de la empresa Atlántida Guadalupe E.I.R.L, 2020

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Industrial

**AUTOR:**

Br. Casós Portocarrero, Renzo Patricio (ORCID: 0000-0001-6341-4372)

**ASESOR:**

Mg. Tello De La Cruz, Elmer (ORCID: 0000-0002-0314-6289)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

TRUJILLO - PERÚ

2020

## Dedicatoria

Hacia Jehová:

Porque cada vez que trastabillaba, él  
supo bendecirme, dándome las fuerzas  
y concentraciones necesarias.

A mi familia: Carlos, Rocío, Víctor, Karla,  
Luisa y Astrid, a ellos por su apoyo  
permanente en todo sentido, ser de gran  
soporte en general en mi persona y ser cada  
uno un ejemplo para mí

## Agradecimiento

Agradecido con la Universidad César Vallejo por permitirme avanzar como profesional, también a los profesores que a lo largo de los años han sido de gran soporte en cada ciclo cursado, a mi asesor el Ingeniero **Elmer Tello De La Cruz**. A la empresa “**Atlántida Guadalupe E.I.R.L.**” y al Ing. **Víctor Rodríguez Riva** por facilitarme información tanto de sus procesos como de sus datos y no dudar en brindarme todo su tiempo y en este estudio.

## Índice de contenidos

|   |           |
|---|-----------|
| Carátula .....  | i         |
| Dedicatoria .....   | ii        |
| Agradecimiento .....  | iii       |
| Índice de contenidos .....  | iv        |
| Resumen .....   | vi        |
| Abstract .....  | vii       |
| <b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>  | <b>1</b>  |
| <b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>III. METODOLOGÍA .....</b>   | <b>11</b> |
| <b>3.1 Tipos y diseño de investigación .....</b>  | <b>11</b> |
| <b>3.2 Variables y operacionalización .....</b>   | <b>11</b> |
| <b>3.3 Población, muestra y muestreo .....</b>  | <b>12</b> |
| <b>3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....</b>   | <b>12</b> |
| <b>3.5 Procedimiento .....</b>  | <b>14</b> |
| <b>3.6 Métodos de análisis de datos .....</b>   | <b>15</b> |
| <b>3.7 Aspectos éticos .....</b>  | <b>15</b> |
| <b>IV. RESULTADOS .....</b>   | <b>17</b> |
| <b>4.1 Análisis de los métodos operativos del proceso productivo de tratamiento de agua, lavado, llenado y sellado de bidones. ....</b> | <b>17</b> |
| <b>4.1.1 Generalidades de la empresa: .....</b>   | <b>17</b> |
| <b>4.1.2 Análisis de las ventas de los productos .....</b>  | <b>17</b> |
| <b>4.1.3 Selección del trabajo a mejorar: .....</b>   | <b>18</b> |
| <b>4.1.4 Registro de los detalles del trabajo .....</b>   | <b>19</b> |
| <b>4.1.5 Estudio de tiempos .....</b>   | <b>23</b> |
| <b>4.2 Cálculo de los costos de producción actuales. ....</b>   | <b>28</b> |
| <b>4.2.1 Diagrama SIPOC .....</b>   | <b>28</b> |
| <b>4.2.2 Costeo ABC .....</b>   | <b>28</b> |
| <b>4.3 Análisis e implementación de mejoras en los métodos operativos. ....</b>   | <b>29</b> |
| <b>4.3.1 Análisis de las actividades críticas .....</b>   | <b>29</b> |

|  |    |
|--|----|
| 4.3.3.1 Diagrama Ishikawa .....  | 31 |
| 4.2.3.2 Diagrama FMEA y FMECA .....  | 31 |
| 4.2.3.3 Implementación de las mejoras .....  | 32 |
| 4.4 <b>Análisis comparativo de los costos de producción, antes y después de aplicada la mejora</b><br>34 |    |
| 4.4.1 <b>Estudio de tiempos de las operaciones modificadas</b> .....                                     | 34 |
| 4.4.2 <b>SIPOC de las Actividades modificadas</b> .....  | 37 |
| 4.4.3 <b>Costeo ABC de las actividades modificadas</b> .....   | 39 |
| 4.4.4 <b>Costos de las actividades críticas antes y después de la aplicación de las mejoras</b>          | 40 |
| 4.4.5 <b>Prueba de Hipótesis</b> .....   | 41 |
| <b>V. DISCUSIÓN</b> .....  | 44 |
| <b>VI. CONCLUSIONES</b> .....  | 46 |
| <b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....  | 47 |
| <b>REFERENCIAS</b> .....   | 48 |
| <b>ANEXOS</b> .....  | 52 |

## Resumen

Este trabajo tiene como finalidad principal mejorar los métodos operativos del proceso de producción para disminuir el costo de producción de la empresa Atlántida Guadalupe EIRL en 2020, debido a que la empresa se encuentra actualmente frente a un mercado competitivo y debe buscar beneficios económicos. Se tomaron 28 tareas en las etapas de tratamiento de agua, lavado, llenado y sellado de bidones. Por lo cual se realizó el registro a detalle del trabajo con diagramas de actividad y operación del proceso. Del mismo modo, se utilizó un método de cálculo de costos basado en actividades para identificar las actividades clave y analizarlas utilizando las siguientes herramientas: Ishikawa, FMEA, FMECA. Esta investigación permitió mejorar los métodos de verificación del proceso de desmontaje, verificación del proceso de esterilización, verificación de lavado a presión, limpieza de bidones a presión, llenado de bidones, enjuague de bidones con agua tratada y esterilización de tapas de plástico. Luego de implementar mejoras, se adquirió una disminución del 4% de costo unitario por bidón. Las estadísticas de la prueba de estudiantes tipo T demostraron que la mejora disminuyó el costo de producción de la empresa "Atlántida Guadalupe EIRL ", con un valor de  $p = 0,000$ .

**Palabras claves:** Mejora de métodos operativos, costos de producción, métodos de verificación.

## Abstract

The main purpose of this work is to improve the operational methods of the production process to reduce the cost of production of the company Atlántida Guadalupe EIRL in 2020, because the company is currently facing a competitive market and must seek economic benefits. 28 tasks were taken in the stages of water treatment, washing, filling and sealing of drums. Therefore, the detailed record of the work was carried out with activity and operation diagrams of the process. Similarly, an activity-based costing method was used to identify key activities and analyze them using the following tools: Ishikawa, FMEA, FMECA. This research will improve the methods of verification of the disassembly process, verification of the sterilization process, verification of pressure washing, cleaning of pressure drums, filling of drums, rinsing of drums with treated water and sterilization of plastic caps. After implementing improvements, a 4% reduction in unit cost per drum was achieved. The statistics of the T-type student test showed that the improvement decreased the production cost of the company "Atlántida Guadalupe EIRL", with a value of  $p = 0.000$ .

**Keywords:** improving operating methods, production costs, verification methods.

## **I. INTRODUCCIÓN**

A nivel mundial, según Culora (2019), el agua embotellada ha ido superando a los refrescos (por volumen) por tercer año consecutivo. La demanda del sector de agua embotellada aumentó un 7.3% a \$ 18.4 mil millones (al por mayor) y el consumo en un 4,9% a 13,8 mil millones de galones (52.2 mil millones de litros). Además, el consumo per cápita aumentó 4.3% en 2018 (p.2).

A nivel nacional, la producción de agua embotellada de Perú continúa creciendo a una tasa de dos dígitos cada año, superando el mercado de refrescos y otras bebidas. Según Yantime (2017), el consumo anual per cápita de agua embotellada es uno de los más bajos de la región, mientras que el consumo anual en México supera los 170 litros. El consumo per cápita de agua embotellada en Perú es una octava parte de México. Cabe resaltar que a pesar de que la producción de agua embotellada ha aumentado significativamente en la última década, el consumo de agua embotellada en el Perú aún se encuentra rezagado con respecto a otros países debido al aumento de la renta disponible de la población (p.1).

Atlántida Guadalupe EIRL está comprometida con la producción de agua embotellada y bebidas. Tiene una trayectoria de aproximadamente desde el 2009 y una pequeña empresa de acuerdo con la Ley de Fomento del Desarrollo Productivo y Crecimiento Empresarial. La realidad de la empresa no es ajena, si bien la empresa mantiene un nivel de producción constante de 1.300 barriles mensuales, no logra atender la gran cantidad de productos que demanda el mercado. Además, sus costos de producción se han incrementado aproximadamente un 3% en los últimos meses.

El problema o la causa radica principalmente en las principales actividades de producción, que incluyen: tratamiento de agua, lavado de bidones, llenado y sellado de bidones, que en conjunto constituyen el inicio de todo el proceso desde la absorción de agua hasta la purificación del agua, correcto llenado, etiquetado y sellado. Estas etapas abarcan el mayor tiempo de producción y contienen la mayor cantidad de procesos manuales, teniendo como principal efecto: tiempos no productivos, retrasos de una actividad a otra y mala ejecución de las actividades del operador. Si no se hace nada al respecto y continúan trabajando de

la misma manera, la producción disminuirá, los costos aumentarán aún más y la empresa finalmente cerrará.

El Planteamiento del problema de la investigación es: ¿Cuál es la influencia de la mejora de métodos operativos del proceso productivo en los costos de producción en la empresa Atlántida Guadalupe EIRL, en el año 2020?

Tiene **una justificación práctica** Porque a través del análisis de los métodos operativos, podemos tomar decisiones oportunas para redefinir su uso y crear nuevas formas de trabajo, ahorrando así recursos para máquinas, materiales y utensilios, mano de obra y tareas no productivas.

También se justifica de manera **metodológica** Debido a que tiene como objetivo mejorar el método operativo desde un método económico, sus herramientas básicas son herramientas de análisis y costeo por actividades, como: Ishikawa, FMEA, FMECA. El proyecto también contribuirá a nuevas investigaciones, y los investigadores podrán comparar los resultados de esta investigación con otros estudios similares.

La investigación tiene como objetivo general: Mejorar los métodos operativos del proceso productivo para disminuir los costos de producción de la empresa “Atlántida Guadalupe E.I.R.L.”, en el año 2020.

Cuyos objetivos específicos son: Analizar los métodos operativos del proceso productivo de la etapa de tratamiento de agua, lavado, llenado y sellado de bidones, Calcular los costos de producción actuales, Implementar mejoras en los métodos operativos, Analizar comparativamente los costos de producción, antes y después de implementación de la mejora.

La hipótesis de la investigación es: La mejora de los métodos operativos del proceso productivo disminuye los costos de producción de la empresa “Atlántida Guadalupe E.I.R.L.”, en el año 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

La investigación estuvo respaldada por los siguientes antecedentes internacionales y nacionales, los cuales son:

Steven (2019) en su tesis denominada “Propuesta de mejora de la calidad para la reducción de productos defectuosos en el área de producción aplicando la herramienta AMFE en la empresa Colpast S.A.” de la Universidad de Guayaquil, para optar el título de Ingeniero Industrial, Tuvo como objetivo Formular recomendaciones para la aplicación de la gestión de la calidad en los productos Colplast S.A. Mediante el uso de herramientas FMEA (p.16). Tuvo como resultados: La densidad del polietileno fluctúa entre 0,91 y 0,96 g / cm<sup>3</sup>, la cristalinidad es de 105 a 130 ° C y la densidad se reduce de 0,35 a 0,5% (página 42). De julio a octubre, el volumen de desechos mensual es de 1378 a 1578 kg, la producción es de 85740 a 91,820 kg, la cantidad de desechos es de 1,50 a 1,83% y la eficiencia es de 76 a 86% (p.55). Concluyó que, A través de los conceptos de prevención y mejora continua de AMFE, se puede reducir el costo de posprocesamiento del jamón trasero, lo que ayuda a eliminar ineficiencias y mejorar la productividad y competitividad. (p.60).

Zegarra (2019) en su tesis denominada “Propuesta de mejora del proceso productivo de tanques de la empresa Eternit S.A.C. - Chiclayo para reducir las pérdidas económicas por productos defectuosos” en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Tuvo como objetivo: Se propone mejorar el proceso de producción de tanques en Eternir S.A.C. Reducir las pérdidas económicas provocadas por productos defectuosos (p.16). Como resultados tuvo: El proceso de producción de un tanque de agua de 600 litros requiere un total de 48 minutos, 4 operaciones y 2 inspecciones. Se necesitan 50 minutos para hacer un tanque de agua de 1.100 litros y se necesitan 51 minutos para producir un tanque de agua de 2500 litros. En 2016 y 2017, la pérdida económica fue de 197052.6 nuevos soles (p.57). Concluyó que los productos defectuosos con mala composición de materia prima resultarán en un promedio de 70% de tanques defectuosos, lo que representa 134599 nuevos soles en pérdidas económicas. La segunda causa de daño del tanque es la insuficiente calibración de la máquina de rotomoldeo, lo que provocó pérdidas económicas de 95395 Nuevos Soles, y la tercera razón es la falla de la máquina de rotomoldeo, provocando un total de 18785 Nuevos Soles pérdidas económicas (p.182).

Romeo (2018) en su tesis denominada “Propuesta de mejora en el proceso de producción de tela en una empresa del rubro textil con metodología Lean Manufacturing” en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, para. Tuvo como objetivo: reducir la alta tasa de productos defectuosos, aumentando así el nivel de productividad de la empresa (p.5). Tuvo como resultados: antes de la implementación de la producción ajustada, debido a que las herramientas 5'S no tenían procedimientos en las áreas de tintorería y acabado, se obtenía el 35,56% de los ingresos. El resultado tras la implementación de malos productos en el primer semestre del año fue del 11,9%, frente al 22,84% del trimestre anterior (p.19). Concluyó que la diferencia media en el porcentaje de productos defectuosos es del 22,84%. Dado que el volumen de entrega de pedidos obsoletos se redujo en un 11,75%, se ahorró un 86.873,26% de los ingresos, reduciendo así la emisión de notas de crédito de devolución (p.20).

Salinas Días (2018) en su tesis denominada “Propuesta de estandarización de procesos y mejora de métodos en la producción de conservas de pescado para incrementar la rentabilidad de la plata el Ferrol S.A.C” en la Universidad Privada el Norte. Tuvo como objetivo: mejorar la rentabilidad de la fábrica de El Ferrol S.A.C. al proponer la estandarización del proceso de producción de conservas y mejoras de métodos (p.21). Tuvo como resultados que es factible evaluar el flujo de efectivo y aceptar indicadores (como VPN, TIR, B/C, PR) para sugerencias de mejora, el aumento de la rentabilidad aumentó al 70%. En el resultado de utilidades se obtuvieron 95,273.74 nuevos soles y se perdieron 46562.26 nuevos soles (p.149). Concluyó que, con respecto a las recomendaciones de mejoramiento de procesos y métodos estandarizados de El Ferrol S.A.C., aplicando el estudio de tiempos, balance de línea de producción, investigación de manejo de residuos sólidos, la pérdida actual se redujo de 141,836.01 a 46,562.26 soles y el ingreso total fue de 95,273.74 soles. Al estandarizar el tiempo, el desperdicio se puede reducir al 0,85% y el tiempo de inactividad se puede reducir al 11,4%. Además, el diagrama de flujo se ha optimizado para facilitar su comprensión, reduciendo la pérdida total de 87297.08 a 38720.48 nuevos soles. (p.152).

Rosero (2017) en su tesis denominada “Análisis de los procesos operativos y propuesta de mejora de la productividad en la empresa purificadora y envasadora "El Agua S.A." de la Universidad de Guayaquil. Tuvo como objetivo analizar los procedimientos operativos de la empresa de depuración y envasado El Agua S.A (p.19). Utiliza la técnica del diagrama de

Pareto para generar relaciones causales, y tiene la función de definir la frecuencia de cada actividad para estudiar su correlación. (p.50). Tuvo como resultado: En el primer año del proyecto, el costo total de la solución alternativa fue de \$ 94107.36. Para cubrir los costos directos, debe haber 2313970.99 litros de agua por año, por un costo total de \$ 27931.47. La producción anual de mano de obra directa es de \$ 45 000. El costo total indirecto de producción es de 24747,08 dólares EE.UU (p.57-66). Concluyó que la planta El Agua es una planta en crecimiento porque se apoya no solo en la producción de modelos estándar, sino también en los nuevos diseños propuestos en el mercado actual, lo que la coloca en una posición de liderazgo en la mejora continua de sus productos. Equipo (p.67).

Horna (2016), en su tesis denominada “Efecto de la Mejora del Método de Trabajo en los productos defectuosos de la empresa Calzado July S.A.C., 2016”, de la Universidad César Vallejo-Trujillo. Tuvo como objetivo mejorar el método de trabajo del proceso productivo para reducir los productos defectuosos de Calzado JULY S.A.C en 2016 (p.24). La población del estudio consistió en calzado producido por la empresa. La empresa produce aproximadamente 3 docenas de 166 balerinas de ballet todos los días y extrae una muestra conveniente de ellos, incluido el número total de calzado producido en la semana anterior y posterior a la mejora (p.32). Con este fin, se realizaron estudios longitudinales para medir variables aleatorias antes y después de la manipulación deliberada de las variables independientes. Los resultados se recopilaron utilizando el formato de lista de verificación de control de calidad del producto final, que se mide siguiendo las especificaciones técnicas (p.48).

Necesarias **bases teóricas:**

La mejora de métodos operativos tiene como objetivo aumentar la eficiencia y obtener mejores resultados. La efectividad del proceso depende del exceso de gasto operativo, que depende de la empresa para encontrarlos, eliminarlos o mejorarlos.

La metodología que se persigue para lograr la mejora de los métodos operativos encierra los siguientes conceptos:

Kovács (2018) menciona que, uno de los métodos operativos es la producción. Los objetivos de producción y logística se derivan de los objetivos generales de la empresa, de los cuales la mayor satisfacción del cliente es uno de los objetivos más importantes. Puede utilizar la mayor capacidad de producción (o servicio) y logística (incluido el mejor uso de recursos

humanos y equipos) para lograr las operaciones económicas y rentables de la empresa. Se requiere una producción (o servicio) y una logística flexible para satisfacer la economía que cambia rápidamente y las necesidades dinámicas de los clientes. El desarrollo de los procesos comerciales solo se puede lograr a través de un alto grado de transparencia y un monitoreo continuo de la eficiencia del sistema, porque también puede mejorar los procesos medibles (p.56).

Khalid (2017) menciona que, los cambios y diversos desafíos en el sistema de producción de las plantas de fabricación pueden mejorar eficazmente sus capacidades operativas identificando operaciones clave que puedan afectar la producción general, la calidad y la entrega de la instalación. Después de identificar estas operaciones, cada operación se puede verificar individualmente de acuerdo con el propósito de hacer que el diagrama de proceso comprenda Características importantes de las instalaciones de producción y generación de datos analíticos útiles para la ejecución de análisis. El objetivo principal de la mayoría de las instalaciones de producción es minimizar los costos de fabricación y mejorar la variedad y calidad de sus productos (p.2).

Hendri *et all.* (2019) menciona que, la mejora del sistema de fabricación es uno de los esfuerzos de la empresa para poder responder a cambios que deben ser controlados en cualquier momento para ver cambios en las condiciones del mercado mundial. El enfoque general es la mejora continua, pero no es un problema real porque el sistema o método de evaluación del desempeño, el equipo y la resolución de problemas existentes son ineficientes. Este método de medición contiene tres factores principales interrelacionados, a saber, confiabilidad (disponibilidad), rendimiento (calidad) y calidad (pp. 1-2).

Trojanowska *et all.* (2017) menciona que, la productividad se analiza a nivel de estación de trabajo y operación, así como a nivel de todo el proceso de fabricación. La productividad de fabricación de los recursos se define como el número máximo de artículos que se pueden producir en un determinado período de tiempo. Para aumentar la productividad, las empresas buscan utilizar el 100% de la capacidad de fabricación que limita los recursos del sistema de fabricación. Cabe señalar aquí que la tasa de utilización del 100% de las estaciones de trabajo amenaza seriamente la eficiencia del proceso de fabricación. El nivel de utilización más alto de una o más estaciones de trabajo que limitan los recursos aumenta la probabilidad

de fallas provoca retrasos en el proceso de fabricación en caso de fallas en los recursos (p.2).

Shojaei *et al.* (2018) menciona que, los productos o productos de alta calidad son siempre uno de los principales objetivos de las organizaciones industriales o de servicios. Para lograr el proceso de brindar productos o servicios de mayor calidad, es necesario el uso exitoso de las nuevas tecnologías. Si el sistema no está definido y no se utiliza para mejorar el proceso, se desperdiciarán recursos y otro tiempo de trabajo. El sistema de gestión Kaizen, que está profundamente arraigado en la cultura de las organizaciones e instituciones japonesas, se ha adoptado ahora en muchos países industriales para aumentar la productividad. Hoy, el mayor desafío que enfrentan los países en desarrollo es la productividad, y han pasado varios años desde que se trató de encontrar una manera de institucionalizar este concepto en las comunidades industriales y corporativas (p.1).

Aldaadi & Basaffar (2020) menciona que, el desarrollo de técnicas operativas de fábricas deben tener tecnologías en información, como la computación en nube y los macrodatos, se han integrado profundamente en las formas tradicionales de operación y negocios, lo que ha llevado a cambios importantes en la industria de servicios. Primero, la industria manufacturera debe aprovechar esta oportunidad para realizar mejoras. El funcionamiento del modo operativo ha acelerado la transformación del desarrollo dinámico. Se deben innovar las herramientas regulatorias y aplicar técnicas operativas modernas. En segundo lugar, las fábricas deben desarrollar la gestión de suministros para mejorar el entorno de trabajo con los proveedores (p.10).

Panday *et al.* (2020) menciona que, la gestión de inventarios es una actividad relacionada con la planificación, implementación y supervisión de la determinación de material u otros bienes, de modo que, por un lado, operativo, las necesidades se pueden satisfacer a tiempo y por otro lado, la inversión en el suministro de material u otros bienes se puede suprimir de manera óptima. El inventario es parte de los activos corrientes de la empresa y pueden ser materias primas, productos semiacabados y productos terminados (p.1).

Akeem (2017) menciona que, los costos no siempre varían con el nivel de actividad. Son constantes en una determinada gama de actividades. Cuando se excede el límite máximo de un rango de actividad específico, el costo fijo aumenta considerablemente. También se

puede definir como el costo de no responder a cambios en los niveles de actividad (como el aumento de la producción). Por tanto, en el sentido de que permanecen invariables durante un tiempo determinado, representan un comportamiento de costes extremo. Los costos variables son costos que varían con el nivel de actividad. Cuanto mayor sea el nivel de actividad, mayor será el costo incurrido. El nivel por actividad se mide por el número de unidades producidas. Costo directo: cuando un elemento de costo se puede rastrear hasta una unidad de un producto o servicio, el costo va directamente al producto. Costos indirectos: esto es lo opuesto a los costos directos. Este es un costo que no se puede atribuir a un producto o servicio. Todos los costos generales incrementados generarán gastos generales. El costo marginal es el costo adicional requerido para realizar un trabajo adicional. Sumando todos los demás costos fijos se puede obtener el costo incremental (p.21).

Según Guitierrez & Zapata (2019) dice que, la gestión de producción en las empresas industriales es la clave para asegurar el éxito, por lo que se puede decir que se trata de un conjunto de herramientas de gestión, con el objetivo final de aumentar la productividad. La gestión de la producción se centra en la planificación, demostración, ejecución y control de diversas formas con el fin de obtener productos de calidad (p.26). La productividad es la relación entre los productos producidos y los productos consumidos. Por otro lado, no debemos decir que productividad es sinónimo de producción, porque la empresa puede producir el doble de productos que el año anterior, pero utiliza el doble de recursos, por lo que la productividad no ha cambiado (p. 27).

Según Bustamante (2020) dice que, la planificación de recursos de manufactura o MRP es una herramienta poderosa para la planificación de la producción media y alta. MRP puede ser más adecuado que JIT para gestionar series cortas, demanda irregular, o deficiencia de lograr una producción equilibrada de producción de materiales (p.17). Esto quiere decir que, en términos técnicos, MRP solo proporciona un sistema computarizado para rastrear órdenes de trabajo y materiales. Pero asociado a la estrategia de recursos humanos, el MRP en sí mismo es encomiable, es un poderoso conjunto de herramientas para que la empresa logre resultados importantes.

Según Llaure & Supo (2019) dice que, la ingeniería de métodos es una técnica que busca incrementar la producción por unidad de tiempo o disminuir el costo unitario de producción. Encargada, aumentar la productividad, sin embargo, incluye el análisis de dos momentos diferentes en el historial del producto. En primer lugar, el ingeniero de métodos es responsable del diseño y funcionamiento de cada centro de trabajo donde se fabricará el producto. Segundo, el ingeniero Debe investigar constantemente estos centros de trabajo para encontrar mejores formas de fabricar productos y/o mejorar la calidad (p.16).

Según Custodio (2019) dice que, la planificación de necesidades de materiales MRP es un catalizador para poder mantener un inventario que ha sido reducido, aumentado, manteniendo programas rigurosos y registros exactos. De tal manera, es un conjunto de técnicas que utiliza datos de material, datos de inventario y conocimiento del plan de producción general para calcular los requisitos de material, y también pueden recomendar pedidos de reabastecimiento de material (p.47).

Según Espejo (2019) dice que, el mantenimiento centrado en la confiabilidad o RCM, es una técnica para realizar planes de mantenimiento en cualquier fábrica, comparada con otras técnicas, tiene algunas ventajas importantes porque realiza análisis en profundidad que se deben realizar en instalaciones mecánicas. El objetivo básico de implementar un mantenimiento centrado en la confiabilidad o RCM es mejorar la confiabilidad de la instalación, es decir, reducir el tiempo de inactividad de la fábrica por fallas imprevistas, resultando en el incumplimiento del plan de producción (p.39).

Según Panchimayo *et all.* (2017) dice que, el costo de producción se refleja en el cuadro del costo de los productos vendidos, que está relacionado con el estado de resultados y el estado financiero, de modo que se pueda medir el estado de rendimiento financiero y flujo de efectivo. El estado básico y su método de presentación pueden determinar el costo, incluida la compra, la conversión y otros Costos incurridos en la gestión y control de inventarios. El costo se puede determinar de acuerdo con el sistema y el método de inventario de la industria, la clasificación de los costos puede ser: El costo de compra incluye; valor de compra, derechos de importación, transporte, almacenamiento y otros costos incurridos en la compra de materiales a convertir. Costo de conversión; se refiere al costo de mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación incurridos en la producción del producto, estos costos

son necesarios para convertir las materias primas en el producto final a vender. Otros costos; pueden ser costos indirectos, no utilizados para la producción de productos, pero para la gestión de la empresa (p.257).

Según Lluquillas (2017) dice que, los costos de producción son aquellos que se incurren en el área de producción, en algunos casos denominados talleres de producción o plantas de producción; esta es la parte específica de convertir materiales en acabados. Los costos de producción (también llamados costos operativos) son aquellos gastos necesarios para conservar el proyecto. En la entidad modelo, la diferencia entre los ingresos (ingresos por ventas y otros insumos) y los costos de producción revela la ganancia bruta. Esto simboliza que el destino económico de la empresa es categorizado como: Ingresos (por ejemplo, bienes vendidos en el mercado y el precio obtenido) y el costo de producción de los bienes vendidos (p.18).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipos y diseño de investigación

De acuerdo al tipo de investigación, es aplicada porque, se pretende dar solución al problema de investigación encontrado, A través de la aplicación de la teoría de la ingeniería de métodos, la contabilidad de costos ABC y la investigación científica, podemos brindar soluciones a los problemas actuales de la empresa. Según Hernández et all. (2014) Según la técnica de contrastación es experimental, porque los investigadores manipulan la gestión de la producción mejorando los métodos operativos para comprender la influencia en los costos de producción de la empresa. Según el sistema de encuestas es libre, porque los temas discutidos se eligen en función de las opciones. (p. 125).

De acuerdo a Arias (2012) el diseño de investigación, es pre experimental cuando, se realiza un ensayo antes del experimento real. Puesto que analiza y compara "costo de producción", luego de aplicar el estímulo "métodos para mejorar el proceso de producción", se realizaron pruebas previas y posteriores. (p. 35)

#### 3.2 Variables y operacionalización

Para el cuadro de operacionalización de variables (Ver tablas N° 20 en Anexo)

**Variable independiente, cuantitativa:** Mejorar el método de operación del proceso de producción: analizar y re-implementar el método de operación del proceso de producción en las etapas de tratamiento de agua, limpieza de tambores, llenado y sellado de tambores, y medirlo con las siguientes herramientas: cálculo de tiempo estándar, sucursal Ishikawa, Matrix FMEA y FMECA.

**Variable dependiente, cuantitativa:** Costos de producción: Son los gastos requeridos por el cronograma de producción de la empresa, que se miden mediante el costo ABC (costo basado en actividades) del proceso de producción en las etapas de tratamiento de agua, limpieza de tambores, llenado y sellado de bidones.

### 3.3 Población, muestra y muestreo

La **población** Compuesto por todas las tareas en la empresa “Atlántida Guadalupe E.I.R.L”.

**Criterio de inclusión:** Los principales criterios de inclusión son, Bombeo de agua a cisterna, adicción de insumos para el tratamiento de agua, proceso de desprendimiento de moléculas de oxígeno, inspección, bombeo de agua por filtro de carbón activado, bombeo del agua por filtro de osmosis inversa, Inspección, Llenado de bidones.

**Criterio de exclusión:** Los principales criterios de exclusión son, absorción del agua, purificación, mano de obra, jefe de producción, tipo de material de los bidones, peso del agua, administradores, carbón activado.

**Muestra** Consiste en las actividades de las etapas de tratamiento de agua, lavado de tambores, llenado de tambores y sellado “Atlántida Guadalupe E.I.R.L”.

**Muestreo:** La técnica que se utilizó para la investigación fue, muestreo probabilístico estratificado.

**Unidad de análisis:** Se identifica al proceso de producción en la empresa Atlántida Guadalupe E.I.R.L.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

#### Técnicas:

Arias (2012) Se entiende por técnica en el enfoque cuantitativo al proceso de recolección de datos numéricos de un determinado lugar mediante uno o varios instrumentos de medición, los cuales para la investigación se utilizarán. (p. 67-69)

Se emplearon técnicas el analisis documental y la oboservación para recolectar información en la empresa Atlántida Guadalupe EIRL.

**Análisis documental:** Según Hernández et al., (2014) La técnica del análisis documental, tiene como propósito recolectar documentación en físico o impreso del área de estudio (p.217) Los cuales son recolectados de acuerdo a la variable costos de la etapa de producción de Atlántida Guadalupe de acuerdo a su variable Métodos operativos.

**Observación:** Para Arias, (2012) Es una técnica de recolección de datos, la cual permite registrar información obtenidos por la observación de los fenómenos en un determinado lugar o área de una investigación (p. 111) En donde son recogidos por medio de los instrumentos de medición para la variable: Métodos operativos. en la empresa Atlántida Guadalupe

### **Instrumento**

Según Arias (2012) Es el medio por el cual se recolectan los datos de un fenómeno observado, por medio de cualquier recurso, papel, dispositivo (computadores, diapositivas o cuestionarios) de la investigación (p. 68) Con el fin de medir sus variables: Mejora de los métodos operativos y los costos de producción de la empresa Atlántida Guadalupe.

**Guía de Análisis documental:** Según Hernández et al., (2014) Se utilizará como instrumentos la guía de análisis documental debido, a que se revisará la documentación (p. 217) Del área de producción respecto a su variable: costo de producción a través del instrumento, pues se recopiló información sobre los costos de producción.

**Guía de Observación:** Arias (2012) En el presente informe, se utilizará una guía de observación estructurada o no estructura, en la cual se registrará información (p. 73) Sobre su variable: Métodos operativos, pues se recopiló información a través de la guía de observación sobre todas las actividades del proceso de producción que se muestran en el cuadro SIPOC (Anexo C.4).

Para cada objetivo específico, se utilizan las siguientes técnicas y métodos:

Para analizar el método de operación del proceso productivo se utilizó tecnología de observación directa y se utilizaron las siguientes herramientas: así como Cuadro de Operación (DOP) (Anexo C.1), Hoja de Registro del Cuadro de Actividad del Proceso (DAP)) (Anexo C.2) y Tiempo de Registro La hoja de registro (Anexo C.3), el procedimiento incluye determinar el tiempo de cada actividad en la muestra de semilla, obtener el número necesario de observaciones.

Para el cálculo del costo de producción actual, se utiliza el siguiente método: Tecnología de costo por actividades, que recopila información sobre todas las actividades del proceso de producción que se muestran en el cuadro SIPOC (Anexo C.5), que muestra el costo de cada operación. Proceso y sus actividades reales; asignar costos para determinar el costo de cada actividad (Anexo C.5).

Con el fin de mejorar el método de operación, las actividades más costosas se extrajeron de la contabilidad de costos ABC (Anexo C.6) para determinar las posibles causas de los problemas en el diagrama de Ishikawa (Anexo C.7). La matriz FMEA y FMECA (Anexo C.8) se utilizan como herramientas para ayudar a identificar posibles fallas de las actividades del proceso y para comparar y analizar el costo de producción antes y después del método de operación mejorado, se realizó un análisis estadístico utilizando el software SPSS vs 21.

### **3.5 Procedimiento**

Etapa inicial: informe de revisión, materiales bibliográficos, etc. Se revisaron los procedimientos operativos de la empresa.

Etapa in situ: en esta etapa, generalmente se reconoce el área quirúrgica in situ. Durante la visita de campo, se recopilaron datos. Por otro lado, se realizaron observaciones cuidadosas durante la operación con el fin de identificar el problema y encontrar una solución.

Etapa final del gabinete: En esta etapa final, se selecciona y organiza la información recopilada. Por tanto, también se desarrolló un análisis estadístico de los datos. Los

resultados se cuantifican y registran en forma de tablas y gráficos, para que se pueda explicar mejor la información obtenida. Cabe señalar que los datos recopilados en los campos se han procesado en Microsoft Excel para ordenar los datos.

### **3.6 Métodos de análisis de datos**

**Nivel descriptivo** Se tabularán en tablas de frecuencia, gráficos de barras, círculos y tendencias. De esta forma se analiza la medida de tendencia central.

A **nivel inferencial** Para la prueba de hipótesis se utilizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, y el resultado fue que los datos mostraron un comportamiento normal, por lo que se realizó la prueba de hipótesis de Tsudent, obteniéndose el valor de  $p = 0,000$ , lo que demuestra que H2, la mejora del método de operación se reduce costo unitario de mano de obra Información detallada sobre el proceso de producción de las etapas de tratamiento de agua, lavado de tambores, llenado y sellado de tambores de Atlántida Guadalupe EIRL.

### **3.7 Aspectos éticos**

El investigador se compromete a respetar los derechos de propiedad intelectual, la precisión de los resultados, la fiabilidad de los datos proporcionados por la empresa y no revelar la identidad de las personas que participan en la investigación.

Ético: Desde el punto de vista ético, la empresa se tiene el permiso para elaborar dicha investigación con consentimiento de los encargado y dueños.

Discrecionalidad: Desde este punto la presente investigación tiene la descripción del caso total, ya que el nombre de la empresa y datos obtenidos quedara bajo descripción al igual que los trabajadores encuestados.

Autenticidad: La presente investigación es auténtica puesto que la información presentada es real la cual será presentada con fotografías paso a paso de la ejecución de esta investigación.

Originalidad: La investigación es elaborada con palabras propias del autor y desarrollo sin ningún tipo de plagio puesto que dicha investigación pasara por un programa llamado TURNITIN donde acredita la originalidad total del investigador.

Respeto: En el presente trabajo de investigación se respeta ideas de otros autores puesto que se han utilizado las normas ISO- 690 para sus respectivas citas dándole créditos al verdadero autor.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Análisis de los métodos operativos del proceso productivo de tratamiento de agua, lavado, llenado y sellado de bidones.

#### 4.1.1 Generalidades de la empresa:

Razón social: Atlántida Guadalupe E.I.R.L., y Ruc: 20482715371.

Gerente General: Víctor Rodríguez Riva.

Nombre comercial: La Atlántida Guadalupe.

Marca: Agua de Mesa San Sebastián Ozonizada.

Tipos de productos: Agua de mesa San Sebastian de 20 y 7 litros.

Ubicación: Km. 696 carretera panamericana norte (al costado de hostel Paraíso),

Departamento de La Libertad – Chepén.

Sector: Se utiliza especialmente para producir bebidas no alcohólicas, como agua mineral, gasificados y otras aguas embotelladas.

#### 4.1.2 Análisis de las ventas de los productos

Primero es necesario analizar cuál es el producto de mayor demanda, o el agua de mesa San Sebastián ozonizada de 20 litros o 7 litros.



**Figura 1** Porcentaje de participación de la empresa Atlántida Guadalupe E.I.R.L.

**Fuente:** Tabla Empresa Atlántida Guadalupe E.I.R.L, 2020. Jefe de producción.

**Interpretación:** El porcentaje de participación del producto de agua de mesa en bidones de 20 litros es de 64%, mientras que el de agua de mesa de 7 litros es de 36%.



**Figura 2** Unidades vendidas por tipo de producto de la empresa Atlántida Guadalupe E.I.R.L

**Fuente:** Tabla Empresa Atlántida Guadalupe E.I.R.L, 2020. Jefe de producción.

**Interpretación:** El gráfico muestra las ventas de Atlántida Guadalupe E.I.R.L. Dura 6 meses. Se puede observar que los productos más vendidos son los productos de agua en barriles de 20 litros.

#### 4.1.3 Selección del trabajo a mejorar:

Se ha creído conveniente enfocar el presente informe en la línea de producción de Agua de mesa San Sebastian Ozonizada de bidones de 20 litros, debido a que es el que mayor demanda tiene; según los datos de las figuras mostradas anteriormente, se produce en promedio 37 bidones de agua de 20 litros/día y 21 bidones de 7 litros/día.

Se tomó como objeto de estudio el tratamiento de agua, lavado, llenado y sellado de bidones que son las 3 operaciones principales de producción, es donde se trata la materia prima principal hasta que está terminada lista para distribuir en el garrafón, representan riesgos de ocurrencia de accidentes,

Los operarios utilizan herramientas y se comunican directamente con las máquinas e insumos que ejecutan el proceso; además, los procesos manuales también están muy concentrados.

Dado que también son etapas manuales, habrá retrasos en el proceso, lo que provocará retrasos en el sistema de producción. Se generan los altos costos de producción.

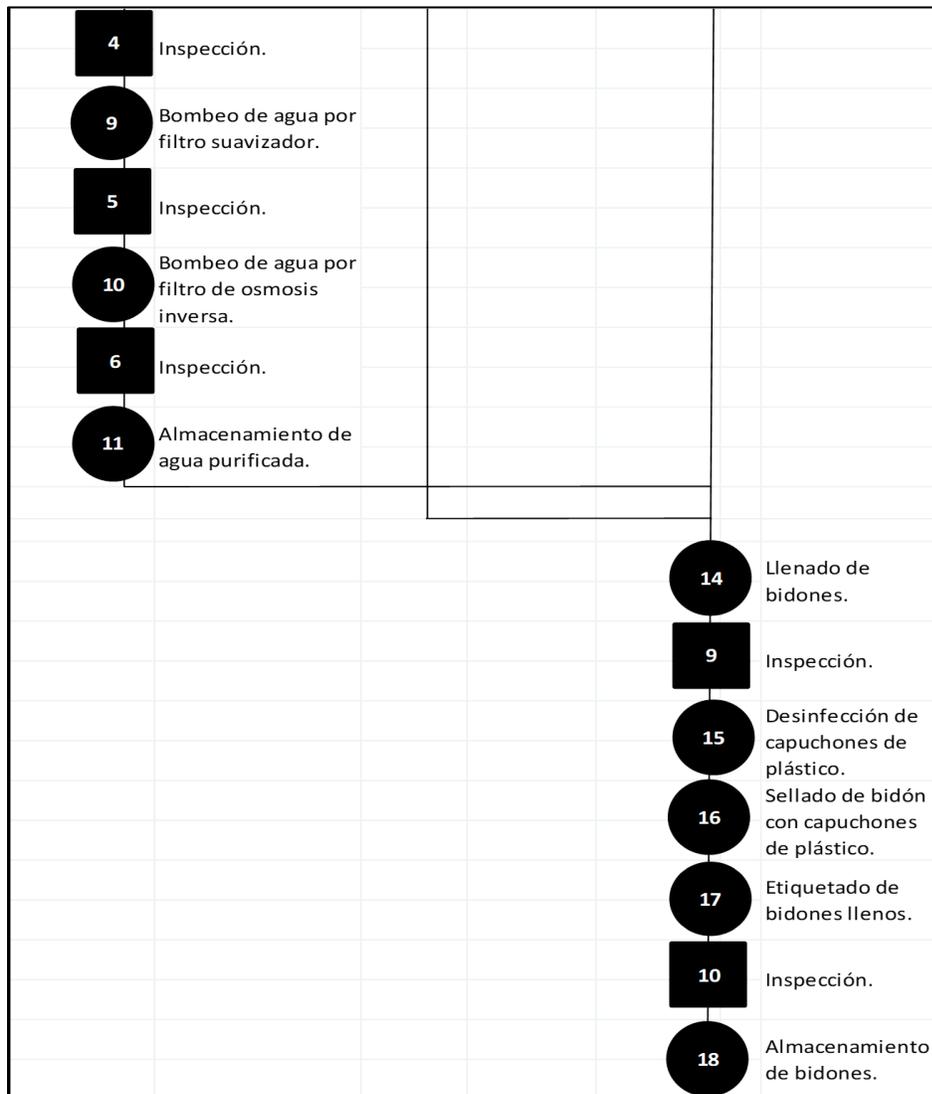
#### 4.1.4 Registro de los detalles del trabajo

#### Diagrama de operaciones del proceso productivo en la etapa de tratamiento de agua, lavado, llenado y sellado de bidones.

Se prosiguió dibujando el gráfico que es un representativo del flujo del proceso, representado por 02 íconos: donde el círculo es operación y cuadrado es inspección; Se muestra la secuencia de operaciones, actividades, inspecciones y materiales.

|   |  |                   |
|---|--|-------------------|
|  | Cédula de registro de Diagrama de Operaciones del Proceso                    |                   |
|   | Elaborado por: Casós Portocarrero, Renzo Patricio                            |                   |
|   | Proceso: Etapa de tratamiento de agua, Lavado , Llenado y Sellado de bidones |                   |
|   | Método: Actual   | Fecha: 27/08/2019 |

| TRATAMIENTO DE AGUA                                      | LAVADO DE BIDONES               | LLENADO Y SELLADO DE BIDONES |
|--|---------------------------------|------------------------------|
| 1 Bombeo de agua a cisterna.                             | 12 Lavado a presión de bidones. |                              |
| 2 Adición de insumos para el tratamiento de agua.        | 7 Inspección.                   |                              |
| 3 Proceso de desprendimiento de moléculas de             | 13 Enjuague de bidones con agua |                              |
| 1 Inspección .   | 8 Inspección.                   |                              |
| 4 Adición de insumos para el proceso de esterilización.  |                                 |                              |
| 5 Proceso de esterilización del agua.                    |                                 |                              |
| 2 Inspección.  |                                 |                              |
| 6 Reposo del agua ( Coagulación de partículas y          |                                 |                              |
| 7 Bombeo del agua en reposo por filtro de grava y arena. |                                 |                              |
| 3 Inspección.  |                                 |                              |
| 8 Bombeo de agua por filtro de carbón activado.          |                                 |                              |



| Resumen DOP |    |
|-------------|----|
| ○           | 18 |
| □           | 10 |
|             | 28 |

**Figura 3** Diagrama de funcionamiento del proceso productivo en la fase de producción.

**Fuente:** Empresa- Atlántida Guadalupe EIRL., 2020.

**Interpretación:** La Figura 3 muestra el proceso de producción de un barril de 20 litros con agua ozonizada producido por Atlántida Guadalupe E.I.R.L. Se realizaron un total de 18 operaciones y 10 inspecciones.

## Diagrama de actividades del proceso productivo en la etapa de producción de Agua de mesa San Sebastián Ozonizada.

También se elaboró un DAP, para evidenciar el proceso del producto por todas las actividades.

|  |  | Cédula de registro para Diagrama de Actividades del                         |  |  |                   |  |  |
|---|--|---|--|--|-------------------|--|--|
|   |  | Elaborado por: Casós Portocarrero, Renzo Patricio                           |  |  |                   |  |  |
|   |  | Proceso: Etapa de tratamiento de agua, Lavado, Llenado y Sellado de bidones |  |  |                   |  |  |
|   |  | Método: Actual  |  |  | Fecha: 29/08/2019 |  |  |
| Operación   | Actividad  | Tiempo  |  |  |                   |  |  |
| Etapa de tratamiento de agua  | Bombeo de agua a cisterna                                    | 9966.96   |  |  |                   |  |  |
|   | Adición de insumos para el tratamiento de agua.              | 42.47   |  |  |                   |  |  |
|   | Proceso de desprendimiento de moléculas de oxígeno.          | 498.348   |  |  |                   |  |  |
|   | Inspección   | 175.044   |  |  |                   |  |  |
|   | Adición de insumos para el proceso de esterilización.        | 42.59   |  |  |                   |  |  |
|   | Proceso de esterilización del agua.                          | 830.58  |  |  |                   |  |  |
|   | Inspección   | 173.044   |  |  |                   |  |  |
|   | Reposo del agua (Coagulación de partículas y asentamiento de | 2214.88   |  |  |                   |  |  |
|   | Bombeo del agua en reposo por filtro de grava y arena.       | 474.064   |  |  |                   |  |  |
|   | Inspección   | 161.988   |  |  |                   |  |  |
|   | Bombeo del agua por filtro de carbón activado.               | 450.704   |  |  |                   |  |  |
|   | Inspección   | 173.236   |  |  |                   |  |  |
|   | Bombeo del agua por filtro suavizador.                       | 730.274   |  |  |                   |  |  |
|   | Inspección   | 134.542   |  |  |                   |  |  |

|                              |  |         |  |  |  |  |  |
|------------------------------|--|---------|--|--|--|--|--|
|                              | Bombeo del agua por filtro de osmosis inversa. | 595.858 |  |  |  |  |  |
|                              | Inspección                                     | 127.197 |  |  |  |  |  |
|                              | Almacenamiento de agua purificada              | 197.207 |  |  |  |  |  |
| Lavado de bidones            | Lavado a presión de bidones                    | 315.039 |  |  |  |  |  |
|                              | Inspección                                     | 84.1468 |  |  |  |  |  |
|                              | Enjuague de bidones con agua tratada.          | 303.856 |  |  |  |  |  |
|                              | Inspección                                     | 47.2851 |  |  |  |  |  |
| Llenado y Sellado de bidones | Llenado de bidones                             | 215.361 |  |  |  |  |  |
|                              | Inspección                                     | 81.1615 |  |  |  |  |  |
|                              | Desinfección de capuchones de plástico         | 199.73  |  |  |  |  |  |
|                              | Sellado de bidón con capuchones de plástico    | 231.517 |  |  |  |  |  |
|                              | Etiquetado de bidones llenos.                  | 108.36  |  |  |  |  |  |
|                              | Inspección                                     | 45.665  |  |  |  |  |  |
|                              | Almacenamiento de bidones.                     | 199.73  |  |  |  |  |  |

| Resumen DAP |    |
|-------------|----|
|             | 13 |
|             | 10 |
|             |    |
|             | 3  |
|             | 2  |
|             | 28 |

**Figura 4** DAP del bidón con agua ozonizada.

*Fuente:* Tabla 5, cálculo del tiempo estándar – Atlántida Guadalupe E.I.R.L., 2020.

**Interpretación:** En la figura 4 se muestra el DAP de agua con ozono en barril de 20 litros de Atlántida Guadalupe E.I.R.L. Se realizan 13 operaciones y 10 inspecciones, 3 retrasos y 2 almacenamientos.

#### 4.1.5 Estudio de tiempos

##### a) Cálculo de tiempos promedios

Se efectuó el tiempo medio de observación en segundos. Estos tiempos se realizaron dentro de los 7 días utilizando la tecnología de cronómetro de cero a cero, que contiene una muestra inicial de 7 observaciones.

**Tabla 1** Tiempo observado promedio. Empresa Atlántida Guadalupe E.I.R.L., 2020

Cálculo del Tiempo Observado, Estudio de Tiempos, Proceso Productivo de Agua de Mesa Ozonizada, de la empresa Atlántida Guadalupe E.I.R.L., Septiembre 2019

| ÍTEM                         | Operaciones                  | Actividades  | Tiempo Observado en Segundos |       |       |       |        |        |                 | Promedio |
|------------------------------|------------------------------|--|------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|-----------------|----------|
|                              |                              |  | T1                           | T2    | T3    | T4    | T5     | T6     | T7              |          |
| 1                            | Tratamiento de Agua          | Bombeo de agua a cisterna  | 7200                         | 7200  | 7200  | 7200  | 7200   | 7200   | 7200            | 7200.00  |
| 2                            |                              | Adición de insumos para el tratamiento de agua.                        | 30.56                        | 35.63 | 29.34 | 26.43 | 33.1   | 29.44  | 31.14           | 30.81    |
| 3                            |                              | Proceso de desprendimiento de moléculas de oxígeno.                    | 360                          | 360   | 360   | 360   | 360    | 360    | 360             | 360.00   |
| 4                            |                              | Inspección   | 125.6                        | 124.3 | 154.1 | 113.3 | 123    | 132.45 | 120.4           | 127.62   |
| 5                            |                              | Adición de insumos para el proceso de esterilización.                  | 31.22                        | 28.43 | 28.65 | 35.09 | 29.3   | 32.05  | 29.67           | 30.63    |
| 6                            |                              | Proceso de esterilización del agua.                                    | 600                          | 600   | 600   | 600   | 600    | 600    | 600             | 600.00   |
| 7                            |                              | Inspección   | 125.6                        | 114.3 | 134.1 | 113.3 | 133    | 132.45 | 120.4           | 124.77   |
| 8                            |                              | Reposo del agua (Coagulación de partículas y asentamiento de sólidos). | 1600                         | 1600  | 1600  | 1600  | 1600   | 1600   | 1600            | 1600.00  |
| 9                            |                              | Bombeo del agua en reposo por filtro de grava y arena.                 | 385.6                        | 356.2 | 353   | 342.2 | 319    | 305.33 | 341.2           | 344.13   |
| 10                           |                              | Inspección   | 105.6                        | 124.3 | 114   | 103.3 | 123    | 132.45 | 120.2           | 117.57   |
| 11                           |                              | Bombeo del agua por filtro de carbón activado.                         | 325.6                        | 316.2 | 309   | 362.2 | 309    | 315.33 | 331.2           | 324.13   |
| 12                           |                              | Inspección   | 125.6                        | 114.3 | 154   | 113.3 | 123    | 132.45 | 120.2           | 126.14   |
| 13                           |                              | Bombeo del agua por filtro suavizador.                                 | 556.2                        | 521.1 | 502   | 552.2 | 511    | 521.32 | 524.3           | 526.34   |
| 14                           |                              | Inspección   | 98.32                        | 102.1 | 89.44 | 97.21 | 102    | 94.21  | 94.31           | 96.83    |
| 15                           |                              | Bombeo del agua por filtro de osmosis inversa.                         | 430.2                        | 421.2 | 436.5 | 422.6 | 456    | 422.18 | 415.3           | 429.17   |
| 16                           |                              | Inspección   | 98.34                        | 95.32 | 95.56 | 84.32 | 83.7   | 96.43  | 97.45           | 93.01    |
| 17                           |                              | Almacenamiento de agua purificada                                      | 155.2                        | 145.6 | 145.3 | 131.3 | 129    | 134.56 | 167.7           | 144.18   |
| <b>Tiempo Promedio Total</b> |                              |  |                              |       |       |       |        |        | <b>12275.93</b> |          |
| 18                           | Lavado de Bidones            | Lavado a presión de bidones  | 234.4                        | 204.3 | 213.6 | 225.4 | 254    | 222.43 | 243.1           | 228.23   |
| 19                           |                              | Inspección   | 65.34                        | 56.75 | 64.54 | 65.75 | 53.2   | 67.34  | 58.34           | 61.61    |
| 20                           |                              | Enjuague de bidones con agua tratada.                                  | 211.4                        | 198.4 | 234.3 | 222.1 | 245    | 231.56 | 195.3           | 219.79   |
| 21                           |                              | Inspección   | 35.34                        | 36.75 | 34.54 | 35.75 | 33.2   | 37.34  | 28.34           | 34.47    |
| <b>Tiempo Promedio Total</b> |                              |  |                              |       |       |       |        |        | <b>544.11</b>   |          |
| 22                           | Llenado y Sellado de Bidones | Llenado de bidones   | 167.4                        | 156.5 | 172.3 | 156.4 | 163    | 156.43 | 164.2           | 163.13   |
| 23                           |                              | Inspección   | 65.34                        | 56.75 | 64.54 | 65.75 | 53.2   | 67.34  | 58.34           | 61.61    |
| 24                           |                              | Desinfección de capuchones de plástico                                 | 164.3                        | 145.3 | 135.3 | 156.6 | 167    | 154.43 | 125.3           | 149.83   |
| 25                           |                              | Sellado de bidón con capuchones de plástico                            | 166                          | 177   | 174   | 186   | 182    | 174    | 164             | 174.85   |
| 26                           |                              | Etiquetado de bidones llenos.  | 75                           | 84    | 74    | 95    | 85     | 76     | 86              | 82.26    |
| 27                           |                              | Inspección   | 35.34                        | 36.75 | 34.54 | 35.75 | 33.2   | 37.34  | 28.34           | 34.47    |
| 28                           | Almacenamiento de bidones.   | 164.3  | 145.3                        | 135.3 | 156.6 | 167   | 154.43 | 125.3  | 149.83          |          |
| <b>Tiempo Promedio Total</b> |                              |  |                              |       |       |       |        |        | <b>816.00</b>   |          |

*Fuente:* Área de producción, empresa Atlántida Guadalupe E.I.R.L., 2020.

**Interpretación:**

En el Tabla 1 se detalla el tiempo promedio de observación de muestras semillas por actividad, se realizaron un total de 28 actividades y 3 operaciones.

**b) Cálculos de la muestra**

Se aplicaron métodos estadísticos, que incluyen obtener una gran cantidad de observaciones o muestras semillas para luego aplicar fórmulas con 95% de confianza y 2% de límites de error.

**Tabla 2** Cálculo de la muestra. Empresa Atlántida Guadalupe E.I.R.L., 2020

| Ítem | Operaciones         | Actividades  | Tiempo observado (To) en segundos. |         |         |         |         |         |         | SUMA (X1...Xn)  | PROMEDIO (X1...Xn) | SUMA (X1)² | (X1)²     | SUMA (X2)² | (X2)²     | SUMA (X3)² | (X3)²     | SUMA (X4)² | (X4)²      | SUMA (X5)²  | (X5)²    | SUMA (X6)² | (X6)²    | SUMA (X7)² | (X7)²      | SUMA X2    | CALCULO "n" |
|------|---------------------|--|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------|--------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|-------------|----------|------------|----------|------------|------------|------------|-------------|
|      |                     |  | T1                                 | T2      | T3      | T4      | T5      | T6      | T7      |                 |                    |            |           |            |           |            |           |            |            |             |          |            |          |            |            |            |             |
|      |                     |  |                                    |         |         |         |         |         |         |                 |                    |            |           |            |           |            |           |            |            |             |          |            |          |            |            |            |             |
| 1    |                     | Bombeo de agua a sistema   | 7200.00                            | 7200.00 | 7200.00 | 7200.00 | 7200.00 | 7200.00 | 7200.00 | 50400           | 51840000           | 51840000   | 51840000  | 51840000   | 51840000  | 51840000   | 51840000  | 51840000   | 51840000   | 51840000    | 51840000 | 51840000   | 51840000 | 51840000   | 362880000  | 0.00000000 |             |
| 2    |                     | Adición de insumos para el tratamiento de agua.                        | 30.56                              | 35.63   | 29.34   | 26.43   | 33.11   | 29.44   | 31.14   | 216             | 933.3136           | 1263.4969  | 860.8356  | 698.5449   | 1096.2721 | 866.7336   | 963.6996  | 6635       | 12.5031616 |             |          |            |          |            |            |            |             |
| 3    |                     | Proceso de desprendimiento de moléculas de oxígeno.                    | 360.00                             | 360.00  | 360.00  | 360.00  | 360.00  | 360.00  | 360.00  | 2520            | 129600             | 129600     | 129600    | 129600     | 129600    | 129600     | 129600    | 129600     | 129600     | 129600      | 129600   | 129600     | 129600   | 907200     | 0.00000000 |            |             |
| 4    |                     | Inspección   | 125.56                             | 124.33  | 154.12  | 113.32  | 123.15  | 132.45  | 120.43  | 893             | 15765.314          | 15457.949  | 23762.97  | 12941.422  | 15165.923 | 17543.003  | 14503.385 | 115030     | 14.2694206 |             |          |            |          |            |            |            |             |
| 5    |                     | Adición de insumos para el proceso de esterilización.                  | 31.22                              | 28.43   | 28.85   | 35.09   | 29.33   | 32.05   | 29.67   | 30.63           | 214                | 974.6884   | 808.2649  | 820.8225   | 1231.3081 | 860.2489   | 1027.2025 | 880.3089   | 6603       | 8.1904374   |          |            |          |            |            |            |             |
| 6    |                     | Proceso de esterilización del agua.                                    | 600                                | 600     | 600     | 600     | 600     | 600     | 600     | 4200            | 360000             | 360000     | 360000    | 360000     | 360000    | 360000     | 360000    | 360000     | 360000     | 360000      | 360000   | 360000     | 360000   | 2520000    | 0.00000000 |            |             |
| 7    |                     | Inspección   | 125.56                             | 114.33  | 134.12  | 113.32  | 133.15  | 132.45  | 120.43  | 873             | 15765.314          | 13071.349  | 17988.17  | 12941.422  | 17728.923 | 17543.003  | 14503.385 | 109442     | 6.9920917  |             |          |            |          |            |            |            |             |
| 8    |                     | Reposo del agua (Coagulación de partículas y asentamiento de sólidos). | 1600                               | 1600    | 1600    | 1600    | 1600    | 1600    | 1600    | 11200           | 2560000            | 2560000    | 2560000   | 2560000    | 2560000   | 2560000    | 2560000   | 2560000    | 2560000    | 2560000     | 2560000  | 2560000    | 2560000  | 17920000   | 0.00000000 |            |             |
| 9    | Tratamiento de Agua | Bombeo del agua en reposo por filtro de grava y arena.                 | 385.64                             | 355.24  | 359.03  | 342.22  | 319.24  | 305.33  | 341.23  | 2409            | 148718.21          | 126306.94  | 128302.5  | 117114.53  | 101914.18 | 93226.409  | 116437.91 | 833221     | 8.1617242  |             |          |            |          |            |            |            |             |
| 10   |                     | Inspección   | 105.56                             | 124.33  | 114.02  | 103.32  | 123.05  | 132.45  | 120.23  | 117.57          | 823                | 1142.914   | 15457.949 | 13000.56   | 10875.022 | 15141.303  | 17543.003 | 14455.253  | 97416      | 10.9826988  |          |            |          |            |            |            |             |
| 11   |                     | Bombeo del agua por filtro de carbón activado.                         | 325.64                             | 316.24  | 309.03  | 362.22  | 309.24  | 316.33  | 331.23  | 2269            | 105041.41          | 100007.74  | 95499.54  | 131203.33  | 96629.378 | 99433.009  | 109713.31 | 737528     | 4.5533933  |             |          |            |          |            |            |            |             |
| 12   |                     | Inspección   | 125.56                             | 114.33  | 154.02  | 113.32  | 123.05  | 132.45  | 120.23  | 126.14          | 883                | 15765.314  | 13071.349 | 23722.16   | 12941.422 | 15141.303  | 17543.003 | 14455.253  | 12540      | 16.7471906  |          |            |          |            |            |            |             |
| 13   |                     | Bombeo del agua por filtro suavizador.                                 | 556.22                             | 521.13  | 502.02  | 552.23  | 511.32  | 524.31  | 526.94  | 3689            | 309380.69          | 271676.48  | 252024.1  | 304957.97  | 261448.14 | 271774.54  | 274900.98 | 1946063    | 2.0037988  |             |          |            |          |            |            |            |             |
| 14   |                     | Inspección   | 98.32                              | 102.12  | 89.44   | 97.21   | 102.21  | 94.21   | 94.31   | 96.83           | 678                | 9686.9224  | 10428.494 | 7999.514   | 9449.7841 | 10446.884  | 8875.5241 | 65761      | 3.0988657  |             |          |            |          |            |            |            |             |
| 15   |                     | Bombeo del agua por filtro de osmosis inversa.                         | 430.21                             | 421.23  | 436.54  | 422.56  | 456.12  | 422.18  | 415.34  | 3004            | 185080.64          | 177434.71  | 190567.2  | 178556.95  | 208045.45 | 178235.95  | 172507.32 | 1290428    | 1.4005318  |             |          |            |          |            |            |            |             |
| 16   |                     | Inspección   | 98.34                              | 95.32   | 95.56   | 84.32   | 83.67   | 96.43   | 97.45   | 651             | 9670.7556          | 9085.9024  | 9131.714  | 7019.8624  | 7000.9689 | 9296.7449  | 9496.5025 | 60794      | 6.1931346  |             |          |            |          |            |            |            |             |
| 17   |                     | Almacenamiento de agua purificada                                      | 155.23                             | 145.64  | 145.32  | 131.34  | 129.45  | 134.56  | 167.74  | 1009            | 24096.353          | 21211.01   | 21117.9   | 172501.996 | 16767.303 | 18106.394  | 28136.708 | 146676     | 12.6991007 |             |          |            |          |            |            |            |             |
|      |                     |  | <b>Tiempo Promedio Total</b>       |         |         |         |         |         |         | <b>12275.93</b> |                    |            |           |            |           |            |           |            |            |             |          |            |          |            |            |            |             |
| 18   |                     | Lavado a presión de bidones  | 234.43                             | 204.32  | 219.56  | 225.43  | 254.32  | 222.43  | 243.13  | 228.23          | 1598               | 54957.425  | 47146.662 | 45607.87   | 50816.685 | 64678.662  | 49475.105 | 59192.197  | 366397     | 7.7647113   |          |            |          |            |            |            |             |
| 19   | Lavado de Bidones   | Inspección   | 65.34                              | 56.75   | 64.54   | 65.75   | 53.24   | 67.34   | 56.34   | 6161            | 4269.3156          | 3220.5625  | 4165.412  | 4323.0625  | 2834.6976 | 4534.6756  | 3403.5556 | 26751      | 10.6472772 |             |          |            |          |            |            |            |             |
| 20   |                     | Enjuague de bidones con agua tratada.                                  | 211.43                             | 198.43  | 234.32  | 222.14  | 245.32  | 231.56  | 195.34  | 219.79          | 1539               | 44702.645  | 39374.465 | 54905.86   | 49346.18  | 60181.902  | 53620.034 | 39157.716  | 340289     | 10.0823651  |          |            |          |            |            |            |             |
| 21   |                     | Inspección   | 35.34                              | 36.75   | 34.54   | 35.75   | 33.24   | 37.34   | 28.34   | 34.47           | 241                | 1248.9156  | 1350.5625 | 193.012    | 1278.0625 | 104.8976   | 1394.2756 | 803.1556   | 8373       | 10.5651509  |          |            |          |            |            |            |             |
|      |                     |  | <b>Tiempo Promedio Total</b>       |         |         |         |         |         |         | <b>544.11</b>   |                    |            |           |            |           |            |           |            |            |             |          |            |          |            |            |            |             |
| 22   |                     | Llenado de bidones   | 167.43                             | 156.54  | 172.34  | 156.43  | 168.54  | 156.43  | 164.23  | 1142            | 28032.805          | 24504.772  | 23701.08  | 24470.345  | 28405.732 | 24470.345  | 26371.493 | 186857     | 2.2932056  |             |          |            |          |            |            |            |             |
| 23   |                     | Inspección   | 65.34                              | 56.75   | 64.54   | 65.75   | 53.24   | 67.34   | 56.34   | 6161            | 4269.3156          | 3220.5625  | 4165.412  | 4323.0625  | 2834.6976 | 4534.6756  | 3403.5556 | 26751      | 10.6472772 |             |          |            |          |            |            |            |             |
| 24   |                     | Desinfección de capuchones de plástico                                 | 164.34                             | 145.32  | 135.34  | 156.64  | 167.43  | 154.43  | 125.32  | 149.83          | 1049               | 27007.636  | 21117.902 | 18316.92   | 24536.09  | 28032.805  | 23848.625 | 15705.102  | 158655     | 14.4464352  |          |            |          |            |            |            |             |
| 25   |                     | Sellado de bidón con capuchones de plástico                            | 166                                | 176.53  | 174.32  | 166.45  | 162.43  | 174.24  | 164.34  | 1224            | 27437              | 3162.841   | 30387.46  | 34763.603  | 33280.705 | 30399.578  | 27007.636 | 214398     | 2.9215852  |             |          |            |          |            |            |            |             |
| 26   |                     | Etiquetado de bidones llenos.  | 75.34                              | 84.23   | 74.42   | 96.23   | 85.34   | 75.64   | 86      | 82.26           | 576                | 5676.156   | 7094.6929 | 5538.336   | 9068.7529 | 7282.9156  | 5721.4096 | 7384.2096  | 47716      | 11.69310433 |          |            |          |            |            |            |             |
| 27   |                     | Inspección   | 35.34                              | 36.75   | 34.54   | 35.75   | 33.24   | 37.34   | 28.34   | 34.47           | 241                | 1248.9156  | 1350.5625 | 193.012    | 1278.0625 | 104.8976   | 1394.2756 | 803.1556   | 8373       | 10.5651509  |          |            |          |            |            |            |             |
| 28   |                     | Almacenamiento de bidones.   | 164.34                             | 145.32  | 135.34  | 156.64  | 167.43  | 154.43  | 125.32  | 149.83          | 1049               | 27007.636  | 21117.902 | 18316.92   | 24536.09  | 28032.805  | 23848.625 | 15705.102  | 158655     | 14.4464352  |          |            |          |            |            |            |             |
|      |                     |  | <b>Tiempo Promedio Total</b>       |         |         |         |         |         |         | <b>816.00</b>   |                    |            |           |            |           |            |           |            |            |             |          |            |          |            |            |            |             |

**Fuente:** Tabla 1 Tiempo observado promedio

**. Interpretación:**

En la Tabla número 2 se evidencia el cálculo del número de muestras requeridas para el estudio de tiempos, se realizaron las muestras semilla de 7 observaciones y se utilizó la fórmula del método estadístico para seleccionar el valor más alto de 16.74 para el número de muestras de estudio. Se calcularon nueve observaciones restantes para determinar el nuevo tiempo promedio más tarde.

**c) Cálculo del tiempo estándar:**

Para determinar el tiempo normal, se utiliza el Formulario de Evaluación Westinghouse (Tabla 16) para cada operación. Y, para la correcta asignación de suplementos la clasificación de la OIT (Cuadro 17) para obtener el tiempo normal y estándar del ciclo del proceso productivo.

**Tabla 3** Cálculo del tiempo estándar. Empresa Atlántida Guadalupe E.I.R.L., 2020.

| Ítem                         | Operaciones                  | Actividades  | Promedio | Valoración del ritmo del trabajo | Tiempo normal (TN) | Suplementos | Tiempo Estándar (Ts) |
|------------------------------|------------------------------|--|----------|----------------------------------|--------------------|-------------|----------------------|
| 1                            | Tratamiento de Agua          | Bombeo de agua a cisterna  | 7200.00  | 1.09                             | 7848.00            | 0.28        | 10045.44             |
| 2                            |                              | Adición de insumos para el tratamiento de agua.                        | 30.68    | 1.09                             | 33.44              | 0.28        | 42.80                |
| 3                            |                              | Proceso de desprendimiento de moléculas de oxígeno.                    | 360.00   | 1.09                             | 392.40             | 0.28        | 502.27               |
| 4                            |                              | Inspección   | 126.45   | 1.09                             | 137.83             | 0.28        | 176.42               |
| 5                            |                              | Adición de insumos para el proceso de                                  | 30.77    | 1.09                             | 33.54              | 0.28        | 42.93                |
| 6                            |                              | Proceso de esterilización del agua.                                    | 600.00   | 1.09                             | 654.00             | 0.28        | 837.12               |
| 7                            |                              | Inspección   | 125.01   | 1.09                             | 136.26             | 0.28        | 174.41               |
| 8                            |                              | Reposo del agua (Coagulación de partículas y asentamiento de sólidos). | 1600.00  | 1.09                             | 1744.00            | 0.28        | 2232.32              |
| 9                            |                              | Bombeo del agua en reposo por filtro de grava y arena.                 | 342.46   | 1.09                             | 373.28             | 0.28        | 477.80               |
| 10                           |                              | Inspección   | 117.02   | 1.09                             | 127.55             | 0.28        | 163.26               |
| 11                           |                              | Bombeo del agua por filtro de carbón activado.                         | 325.58   | 1.09                             | 354.88             | 0.28        | 454.25               |
| 12                           |                              | Inspección   | 125.14   | 1.09                             | 136.41             | 0.28        | 174.60               |
| 13                           |                              | Bombeo del agua por filtro suavizador.                                 | 527.54   | 1.09                             | 575.02             | 0.28        | 736.02               |
| 14                           |                              | Inspección   | 97.19    | 1.09                             | 105.94             | 0.28        | 135.60               |
| 15                           |                              | Bombeo del agua por filtro de osmosis inversa.                         | 430.44   | 1.09                             | 469.18             | 0.28        | 600.55               |
| 16                           |                              | Inspección   | 91.89    | 1.09                             | 100.16             | 0.28        | 128.20               |
| 17                           |                              | Almacenamiento de agua purificada                                      | 142.46   | 1.09                             | 155.28             | 0.28        | 198.76               |
| <b>Total Tiempo Estándar</b> |                              |  |          |                                  |                    |             | <b>17122.76</b>      |
| 18                           | Lavado de Bidones            | Lavado a presión de bidones  | 229.69   | 1.08                             | 248.06             | 0.28        | 317.52               |
| 19                           |                              | Inspección   | 61.35    | 1.08                             | 66.26              | 0.28        | 84.81                |
| 20                           |                              | Enjuague de bidones con agua tratada.                                  | 221.53   | 1.08                             | 239.26             | 0.28        | 306.25               |
| 21                           |                              | Inspección   | 34.47    | 1.08                             | 37.23              | 0.28        | 47.66                |
| <b>Total Tiempo Estándar</b> |                              |  |          |                                  |                    |             | <b>756.23</b>        |
| 25                           | Llenado y Sellado de Bidones | Llenado de bidones   | 163.05   | 1.04                             | 169.58             | 0.28        | 217.06               |
| 26                           |                              | Inspección   | 61.45    | 1.04                             | 63.91              | 0.28        | 81.80                |
| 27                           |                              | Desinfección de capuchones de plástico                                 | 151.22   | 1.04                             | 157.27             | 0.28        | 201.30               |
| 28                           |                              | Sellado de bidón con capuchones de plástico                            | 175.29   | 1.04                             | 182.30             | 0.28        | 233.34               |
| 29                           |                              | Etiquetado de bidones llenos.  | 82.04    | 1.04                             | 85.32              | 0.28        | 109.21               |
| 30                           |                              | Inspección   | 34.57    | 1.04                             | 35.96              | 0.28        | 46.02                |
| 31                           |                              | Almacenamiento de bidones.   | 151.22   | 1.04                             | 157.27             | 0.28        | 201.30               |
| <b>Total Tiempo Estándar</b> |                              |  |          |                                  |                    |             | <b>1090.04</b>       |

*Fuente: Tabla 18 Factor de Valoración de Westinghouse, Tabla 19 Suplementos de la OIT, Tabla 1 Tiempo observado promedio.*

### Interpretación:

En la Tabla 3, el tiempo normal y el tiempo estándar se calculan para cada actividad en las tres fases operativas, utilizando el formulario de evaluación de Westinghouse y el formulario complementario de la OIT.

#### d) Cálculo del tiempo estándar de tratamiento de agua, lavado, llenado y sellado de bidones:

Este es el tiempo total requerido para producir la unidad de bidón con agua con agua ozonizada en el proceso de producción.

**Tabla 4** Tiempo estándar total del proceso productivo.

| <b>Operaciones</b>           | <b>Tiempo normal (TN)</b> | <b>Tiempo estándar (TS)</b> |
|------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Tratamiento de Agua          | 13377.15                  | 17122.76                    |
| Lavado de Bidones            | 590.81                    | 756.23                      |
| Llenado y Sellado de Bidones | 851.59                    | 1090.04                     |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>14819.55</b>           | <b>18969.03</b>             |

*Fuente: Tabla 3 Cálculo del tiempo estándar*

**Interpretación:**

En la Tabla 4, el tiempo estándar para el proceso de producción es 18969.03 segundos, es decir, el tiempo estándar para producir 2 tambores es 316.15 minutos y 5.27 horas, y el tiempo normal es 14819.55 segundos.

**4.2 Cálculo de los costos de producción actuales.**

**4.2.1 Diagrama SIPOC**

Se efectuó el diagrama SIPOC donde se identifican los proveedores, insumos, transformación, salidas, cliente de cada una de las tareas.

**4.2.2 Costeo ABC**

Posterior al análisis de las tareas en SIPOC, se elaboró el costo de cada tarea se relaciona con la inversión y el tiempo necesario, se utilizó la tabla consideración de costos, que detalla el costo de cada insumo y su unidad de medida.

### 4.3 Análisis e implementación de mejoras en los métodos operativos.

#### 4.3.1 Análisis de las actividades críticas

Se realizó la Clasificación de costos de las 28 actividades del proceso productivo en base a una hora, efectuando el costeo ABC corroborado en la tabla de consideraciones de costos (tabla 19).

**Tabla 5** Costos de Actividades ordenadas de Mayor a Menor (%)

| N° | Actividad  | T.Estándar | Costos S/.         | Costo por hora S/. |             |
|----|--|------------|--------------------|--------------------|-------------|
| 1  | Bombeo de agua a cisterna  | 10045.44   | 23.3996524         | 8.385769909        |             |
| 2  | Adición de insumos para el tratamiento de agua.                        | 42.80      | 0.05359041         | 4.507473389        |             |
| 3  | Proceso de desprendimiento de moléculas de oxígeno.                    | 502.27     | 0.00508428         | 0.03644121         |             |
| 4  | Inspección del proceso de desprendimiento                              | 176.42     | 8.05963663         | 164.4617124        |             |
| 5  | Adición de insumos para el proceso de esterilización.                  | 42.93      | 0.05887767         | 4.937696918        |             |
| 6  | Proceso de esterilización del agua.                                    | 837.12     | 8.85038632         | 38.060721          |             |
| 7  | Inspección del proceso de esterilización                               | 174.41     | 7.87641662         | 162.5800784        |             |
| 8  | Reposo del agua (Coagulación de partículas y asentamiento de sólidos). | 2232.32    | 0.26898833         | 0.433789954        |             |
| 9  | Bombeo del agua en reposo por filtro de grava y arena.                 | 477.80     | 0.59776442         | 4.503906963        |             |
| 10 | Inspección del proceso de reposo por filtro de grava y arena           | 163.26     | 1.12407429         | 24.78608368        |             |
| 11 | Bombeo del agua por filtro de carbón activado.                         | 454.25     | 1.1879329          | 9.414492009        |             |
| 12 | Inspección de filtro de carbón activado                                | 174.60     | 0.45660205         | 9.414492009        |             |
| 13 | Bombeo del agua por filtro suavizador.                                 | 736.02     | 1.92480513         | 9.414492009        |             |
| 14 | Inspección de filtro suavizador  | 135.60     | 0.1696487          | 4.503906963        |             |
| 15 | Bombeo del agua por filtro de osmosis inversa.                         | 600.55     | 1.60717362         | 9.634212158        |             |
| 16 | Inspección de proceso de osmosis inversa                               | 128.20     | 0.17974503         | 5.047488584        |             |
| 17 | Almacenamiento de agua purificada                                      | 198.76     | 0.24866486         | 4.503906963        |             |
| 18 | Lavado a presión de bidones  | 317.52     | 4.2536855          | 48.227858          |             |
| 19 | Inspección de lavado a presión   | 84.81      | 1.69627956         | 72.00390696        |             |
| 20 | Enjuague de bidones con agua tratada.                                  | 306.25     | 2.96549929         | 34.85994524        |             |
| 21 | Inspección de enjuague   | 47.66      | 0.06536602         | 4.937696918        |             |
| 22 | Llenado de bidones   | 217.06     | 2.43302382         | 40.35305559        |             |
| 23 | Inspección de llenado de bidones                                       | 81.80      | 0.11219624         | 4.937696918        |             |
| 24 | Desinfección de capuchones de plástico                                 | 201.30     | 1.55610284         | 27.82863115        |             |
| 25 | Sellado de bidón con capuchones de plástico                            | 233.34     | 0.32004536         | 4.937696918        |             |
| 26 | Etiquetado de bidones llenos.  | 109.21     | 0.14979507         | 4.937696918        |             |
| 27 | Inspección de etiquetado de bidones                                    | 46.02      | 0.0631265          | 4.937696918        |             |
| 28 | Almacenamiento de bidones.   | 201.30     | 0.28974706         | 5.181703767        |             |
|    | Actividad  |            | Costo por hora S/. | Frecuencia         | F.Acumulada |
|    | Inspección del proceso de desprendimiento                              |            | 164.4617124        | 23%                | 23%         |
|    | Inspección del proceso de esterilización                               |            | 162.5800784        | 23%                | 46%         |

|  |             |      |      |
|--|-------------|------|------|
| Inspección de lavado a presión   | 72.00390696 | 10%  | 56%  |
| Lavado a presión de bidones  | 48.227858   | 7%   | 62%  |
| Llenado de bidones   | 40.35305559 | 6%   | 68%  |
| Proceso de esterilización del agua.                                    | 38.060721   | 5%   | 73%  |
| Enjuague de bidones con agua tratada.                                  | 34.85994524 | 5%   | 78%  |
| Desinfección de capuchones de plástico                                 | 27.82863115 | 4%   | 82%  |
| Inspección del proceso de reposo por filtro de grava y arena           | 24.78608368 | 3%   | 85%  |
| Bombeo del agua por filtro de osmosis inversa.                         | 9.634212158 | 1%   | 87%  |
| Bombeo del agua por filtro de carbón activado.                         | 9.414492009 | 1%   | 88%  |
| Inspección de filtro de carbón activado                                | 9.414492009 | 1%   | 89%  |
| Bombeo del agua por filtro suavizador.                                 | 9.414492009 | 1%   | 91%  |
| Bombeo de agua a cisterna  | 8.385769909 | 1%   | 92%  |
| Almacenamiento de bidones.   | 5.181703767 | 1%   | 93%  |
| Inspección de proceso de osmosis inversa                               | 5.047488584 | 1%   | 93%  |
| Adición de insumos para el proceso de esterilización.                  | 4.937696918 | 1%   | 94%  |
| Sellado de bidón con capuchones de plástico                            | 4.937696918 | 1%   | 95%  |
| Etiquetado de bidones llenos.  | 4.937696918 | 1%   | 95%  |
| Inspección de etiquetado de bidones                                    | 4.937696918 | 1%   | 96%  |
| Inspección de llenado de bidones                                       | 4.937696918 | 1%   | 97%  |
| Inspección de enjuague   | 4.937696918 | 1%   | 97%  |
| Almacenamiento de agua purificada                                      | 4.503906963 | 1%   | 98%  |
| Inspección de filtro suavizador  | 4.503906963 | 1%   | 99%  |
| Bombeo del agua en reposo por filtro de grava y arena.                 | 4.503906963 | 1%   | 99%  |
| Adición de insumos para el tratamiento de agua.                        | 4.507473389 | 1%   | 100% |
| Reposo del agua (Coagulación de partículas y asentamiento de sólidos). | 0.433789954 | 0%   | 100% |
| Proceso de desprendimiento de moléculas de oxígeno.                    | 0.03644121  | 0%   | 100% |
|  | 717.7702498 | 100% |      |

**Fuente:** Costeo ABC. Empresa Atlántida Guadalupe E.I.R.L., Clasificación de costos de las 28 actividades del proceso productivo en base a una hora.

### **Interpretación:**

En la tabla 5, se evidencian las 28 tareas, 7 son las que generan alto costo en la empresa, las cuales son inspección de proceso de desprendimiento, inspección de proceso de esterilización, inspección de lavado a presión, lavado a presión de bidones, llenado de bidones, enjuague de bidones con agua tratada, desinfección de capuchones de plástico y el proceso de esterilización del agua, este último no se considera dentro de las mejoras en esta investigación, por ser un proceso de maquinaria y no intervenga en lo absoluto el operario.

#### 4.3.3.1 Diagrama Ishikawa.

Después de dibujar un resumen de la contabilidad de costos, se analizó las causas de las actividades más costosas una por una, las actividades en el gráfico de resultados, y determine las posibles causas del problema desde cinco aspectos: materiales, personal, métodos de trabajo, maquinaria y equipo. medición.

#### 4.2.3.2 Diagrama FMEA y FMECA

Después de analizar cada actividad clave en la prefectura de Ishikawa, se decidió realizar diagramas FMEA y FMECA para corregir errores en el proceso de producción. Análisis crítico del error en función de la gravedad y probabilidad de ocurrencia, y finalmente determinar la mejora por actividad.

**Tabla 6** Diagrama FMEA Y FMECA de las actividades críticas. Empresa Atlántida Guadalupe E.I.R.L, 2020.

| Actividades Críticas   | Modo de fallo  | Efecto                           | Causas   | Severidad | Probabilidad | Detección | RPN        | Acciones Propuestas  |
|--|--|----------------------------------|--|-----------|--------------|-----------|------------|--|
| <b>Inspección del proceso de desprendimiento de moléculas de oxígeno</b> | Exceso de tiempo en inspeccionar el proceso,             | Retraso en el proceso productivo | El trabajador desconoce el proceso de desprendimiento, las proporciones de adiciones de sustancias, y dentro de cuanto de intervalo de tiempo intervenir a inspeccionar. | 5         | 7            | 5         | <b>175</b> | Charlas a los trabajadores sobre el correcto funcionamiento del proceso de desprendimiento molecular de oxígeno en agua, para que la inspección no sea duradera o incorrecta |
| <b>Inspección del proceso de esterilización</b>                          | Mala elección de herramientas para el proceso            | Retraso en el proceso productivo | El trabajador utiliza un termómetro de pH de agua desgastado   | 4         | 8            | 5         | <b>160</b> | Utilizar otro tipo de medidor, un termómetro de pureza especial para mejorar la inspección.  |
| <b>Inspección de lavado a presión.</b>                                   | Exceso de tiempo en inspeccionar el proceso.             | Retraso en el proceso productivo | El trabajador desconoce la inspección de lavado a presión, la duración de este, el tipo de manguera a utilizar.  | 6         | 7            | 5         | <b>210</b> | Charlas a los trabajadores sobre el correcto funcionamiento del proceso de inspección de lavado a presión, para que ésta no sea duradera o incorrecta                        |
| <b>Lavado a presión de bidones</b>                                       | Demoras en el proceso de inspección de lavado de bidones | Retraso en el proceso productivo | Método de trabajo inadecuados, falta de capacitación   | 5         | 8            | 8         | <b>320</b> | Capacitación a los trabajadores sobre el adecuado lavado a presión de bidones, para así evitar atrasos.  |
| <b>Llenado de bidones</b>  | Demoras en el proceso                                    | Retraso en el proceso productivo | Método de trabajo inadecuado.  | 6         | 8            | 4         | <b>192</b> | Capacitación a los trabajadores sobre el límite de llenado, y su   |

|  |  |                                  |  |   |   |   |            |  |
|--|--|----------------------------------|--|---|---|---|------------|--|
|  | de llenado de bidones                          |                                  |  |   |   |   |            | correcta supervisión de esta.  |
| <b>Enjuague de bidones con agua tratada</b>    | Retraso en el proceso de enjuague de bidones   | Retraso en el proceso productivo | Operario desconoce el límite de llenado de bidón | 4 | 7 | 6 | <b>168</b> | Capacitación a los trabajadores sobre el correcto enjuague de bidones con agua tratada |
| <b>Desinfección de capuchones de plástico.</b> | Exceso de tiempo en desinfección de capuchones | Retraso en el proceso productivo | Desinfectantes inconsistentes                    | 5 | 7 | 6 | <b>210</b> | Cambiar desinfectantes, por desinfectante especial Tego 2000                           |

*Fuente: Empresa Atlántida Guadalupe E.I.R.L, Operarios de producción.*

*Fuente: Diagramas Ishikawa de las actividades críticas; datos brindados por Jefe de Producción.*

### **Interpretación:**

La Tabla 6 de los gráficos FMEA y FMECA enumera sugerencias de mejora para cada actividad clave. La principal mejora mencionada es controlar el proceso de liberación de moléculas de oxígeno. (Conferencias de capacitación), inspección del proceso de esterilización (termómetro de pureza especial), inspección de lavado a presión (conferencias de capacitación), lavado a presión de tambores (conferencias de capacitación), llenado de tambores (conferencias de capacitación), cubos de lavado llenos de agua tratada (conferencias de capacitación), tapas de botellas de plástico estériles (desinfectante Tego 2000). (anexo C.08)

#### **4.2.3.3 Implementación de las mejoras**

Después de analizar y graficado los diagramas FMEA y FMECA, se proponen sugerencias de mejora de cada actividad clave, a continuación, se muestra las mejoras de estas actividades:

- a) Inspección del proceso de desprendimiento de moléculas de oxígeno, Inspección de lavado a presión, Lavado a presión de bidones, Llenado de bidones, Enjuague de bidones con agua tratada.

**(Charla de Capacitación):** Con el fin de que trabajen con rapidez y eficacia, y no atrasen el proceso generando altos costos.



**Figura 5** Enjuague de bidones

*Fuente: Empresa Atlántida Guadalupe E.I.R.L.*



**Figura 6** Llenado correcto de bidones

*Fuente: Empresa Atlántida Guadalupe E.I.R.L.*

- b) Inspección del proceso de esterilización:



**Figura 7** Termómetro de Pureza especial

*Fuente: Empresa Atlántida Guadalupe E.I.R.L.*

- c) Desinfección de capuchones de plástico:



**Figura 8** Desinfectante Tego 2000

*Fuente: Empresa Atlántida Guadalupe E.I.R.L.*

#### 4.4 Análisis comparativo de los costos de producción, antes y después de aplicada la mejora

##### 4.4.1 Estudio de tiempos de las operaciones modificadas

###### a) Cálculo de tiempos promedios

Se calculó el tiempo medio observado por actividad que se remodificaron mediante mejoras. Se realizan dentro de los 7 días utilizando la tecnología de cronómetro de cero a cero, que contiene una muestra inicial de 7 observaciones.

| ÍTE<br>M | Actividades<br>Críticas                   | Tiempo Observado (TO) en segundos |        |        |        |        |        |        | PROMEDI<br>O  |
|----------|---|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|
|          |   | T1                                | T2     | T3     | T4     | T5     | T6     | T7     |               |
| 1        | Inspección del proceso de desprendimiento | 95.56                             | 84.33  | 95.12  | 93.32  | 73.15  | 82.45  | 90.43  | <b>87.77</b>  |
| 2        | Inspección del proceso de esterilización  | 105.56                            | 94.33  | 104.12 | 99.32  | 103.15 | 112.45 | 110.43 | <b>104.19</b> |
| 3        | Inspección de lavado a presión            | 45.34                             | 36.75  | 44.54  | 39.75  | 43.24  | 47.34  | 38.34  | <b>42.19</b>  |
| 4        | Lavado a presión de bidones               | 194.43                            | 184.32 | 183.56 | 185.43 | 174.32 | 182.43 | 193.13 | <b>185.37</b> |
| 5        | Llenado de bidones                        | 117.43                            | 116.59 | 122.34 | 126.43 | 118.54 | 126.43 | 114.23 | <b>120.28</b> |
| 6        | Enjuague de bidones con agua tratada.     | 191.43                            | 188.43 | 194.32 | 176.14 | 185.32 | 174.56 | 175.34 | <b>183.65</b> |
| 7        | Desinfección de capuchones de plástico    | 124.34                            | 125.32 | 115.34 | 126.64 | 132.43 | 124.43 | 115.32 | <b>123.40</b> |

###### b) Cálculos de la muestra

Para ello, es necesario aplicar métodos estadísticos, que incluyen obtener una gran cantidad de observaciones o muestras semilla, y luego aplicar fórmulas con 95% de confianza y 2% de límites de error.

**Tabla 7** Cálculo de la muestra de las operaciones modificadas.

| <b>"Cálculo del Tiempo Estándar del Proceso Productivo de Agua de Mesa Ozonizada, empresa Atlántida Guadalupe E.I.R.L, 2019"</b> |   |                                      |        |        |        |        |        |        |                      |                                     |                |            |                |                |            |            |                |                |                        |
|--|---|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------------|-------------------------------------|----------------|------------|----------------|----------------|------------|------------|----------------|----------------|------------------------|
| Í<br>T<br>E<br>M   | Activi<br>dades<br>Crític<br>as           | Tiempo Observado (TO) en<br>segundos |        |        |        |        |        |        | PR<br>OM<br>EDI<br>O | SU<br>MA<br>(X1<br>+...<br>+X7<br>) | (X<br>1)<br>^2 | (X2<br>)^2 | (X<br>3)^<br>2 | (X<br>4)<br>^2 | (X5<br>)^2 | (X6<br>)^2 | (X<br>7)^<br>2 | SU<br>MA<br>X2 | CA<br>LC<br>ULO<br>"n" |
|  |   | T<br>1                               | T<br>2 | T<br>3 | T<br>4 | T<br>5 | T<br>6 | T<br>7 |                      |                                     |                |            |                |                |            |            |                |                |                        |
| 1  | Inspección del proceso de desprendimiento | 9556                                 | 8433   | 952    | 932    | 731    | 825    | 943    | <b>87.77</b>         | 614.36                              | 9131.714       | 7111.5489  | 9047.8144      | 8708.622       | 5350.9225  | 6798.0025  | 8177.5849      | 54326.2092     | <b>12.06</b>           |
| 2  | Inspección del proceso de esterilización  | 10556                                | 9433   | 1042   | 932    | 1015   | 1145   | 1143   | <b>104.19</b>        | 729.36                              | 11142.91       | 8898.1489  | 10840.974      | 9864.462       | 10639.9225 | 12645.0025 | 12194.785      | 76226.2092     | <b>4.86</b>            |
| 3  | Inspección de lavado a presión            | 4534                                 | 3675   | 444    | 3975   | 434    | 4734   | 3844   | <b>42.19</b>         | 295.30                              | 2055.716       | 1350.5625  | 1983.8116      | 1580.063       | 1869.6976  | 2241.0756  | 1469.9556      | 12550.8810     | <b>10.53</b>           |
| 4  | Lavado a presión de bidones               | 19433                                | 18432  | 1836   | 1853   | 1743   | 1823   | 1933   | <b>185.37</b>        | 1297.62                             | 37803.02       | 33973.8624 | 33694.274      | 34384.28       | 30387.44   | 33280.709  | 37299.197      | 240822.8100    | <b>7.38</b>            |
| 5  | Llenado de bidones                        | 17433                                | 1659   | 1234   | 1243   | 1154   | 1243   | 1133   | <b>120.28</b>        | 841.99                              | 13789.8        | 13593.2281 | 14967.076      | 15984.54       | 14051.7316 | 15984.5449 | 13048.493      | 101419.4229    | <b>13.95</b>           |
| 6  | Enjuague de bidones con agua tratada.     | 19433                                | 18433  | 1942   | 1964   | 1852   | 1976   | 1974   | <b>183.65</b>        | 1285.54                             | 36645.44       | 35505.8649 | 37760.262      | 31025.3        | 34343.5024 | 30471.1936 | 30744.116      | 236495.6834    | <b>12.32</b>           |
| 7  | Desinfección de capuchones de plástico    | 12434                                | 15532  | 15534  | 16644  | 15233  | 16433  | 1512   | <b>123.40</b>        | 863.82                              | 15460.44       | 15705.1024 | 13303.316      | 16037.69       | 17537.7049 | 15482.8249 | 13298.702      | 106825.7754    | <b>13.68</b>           |

**Fuente:** Tiempo observado promedio de operaciones modificadas.

**Interpretación:** En la tabla 7, se evidencia el cálculo del número de muestras necesarias para estudiar el tiempo de cambio de actividad, para lo cual se realizaron 7 observaciones de muestras semillas. Y utilizando la fórmula de métodos estadísticos, se seleccionó el valor más alto de 13,95 para el número de

muestras en el estudio. Continuamos calculando las 6 observaciones que faltan para calcular el nuevo tiempo promedio más tarde.

**a) Cálculo del tiempo estándar:**

Para determinar el tiempo normal se utilizó el Formulario de Evaluación de Westinghouse por Actividad (Tabla 15), que consideró los factores de capacidad, esfuerzo, condición y consistencia. Y, para el cálculo del tiempo estándar se utiliza la clasificación de la OIT para asignar los suplementos correspondientes (Cuadro 16) para obtener el tiempo normal y el tiempo estándar del ciclo del proceso de producción.

**Tabla 8** Cálculo del tiempo estándar de las actividades modificadas.

| Promedio | Valoración del ritmo del trabajo | Tiempo normal (TN) | Suplementos | Tiempo Estándar (TS) |
|----------|----------------------------------|--------------------|-------------|----------------------|
| 86.31    | 1.09                             | 94.07              | 0.28        | 120.41               |
| 104.09   | 1.09                             | 113.46             | 0.28        | 145.23               |
| 41.94    | 1.08                             | 45.30              | 0.28        | 57.98                |
| 184.68   | 1.08                             | 199.45             | 0.28        | 255.30               |
| 120.50   | 1.04                             | 125.32             | 0.28        | 160.41               |
| 183.05   | 1.08                             | 197.694            | 0.28        | 253.05               |
| 123.33   | 1.04                             | 128.264            | 0.28        | 164.18               |

*Fuente: Tabla 15 Factor de Valoración de Westinghouse, Tabla 16 Suplementos de la OIT.*

**Interpretación:**

En la Tabla 8, se hizo el cálculo del tiempo normal y estándar por actividad clave después de la implantada la mejora, con ayuda del formulario de evaluación de Westinghouse y el formulario complementario de la OIT.

#### 4.4.2 SIPOC de las Actividades modificadas

Luego de obtener la hora estándar para el evento, se continuó diseñando un nuevo SIPOC para el evento y se mejoró.

**Tabla 9** SIPOC de las actividades modificadas.

| ACTIVIDAD                                 | Inicio/Término  | Proveedores   | Entradas   | Proceso   | Salida   | Cliente  |
|---|---|---|--|---|--|--|
| Inspección del proceso de desprendimiento | Revisión de proceso<br>-<br>Culmino de revisión del proceso de desprendimiento y tratamiento de sustancias y verificación de pureza | Operario<br>-<br>Supervisor<br>-<br>Hidrandina<br>-<br>Sedalib<br>-<br>Ing. Químico | Tiempo de actividad<br>-<br>Mandil<br>-<br>Botas<br>-<br>Guantes<br>-<br>Casco<br>-<br>Espacio<br>-<br>Lentes<br>-<br>Cofia    | Operario realiza una revisión del agua luego de pasar por el proceso de desprendimiento, verifica el correcto proceso del agua. | Agua inspeccionada después de proceso de desprendimiento<br>-<br>Operario informado del proceso. | Clientes de Chepén y Guadalupe.<br>-<br>Operario |
| ACTIVIDAD                                 | Inicio/Término  | Proveedores   | Entradas   | Proceso   | Salida   | Cliente  |
| Inspección del proceso de esterilización  | Recepción de bidones<br>-<br>Llenado de bidones   | Operario<br>-<br>Supervisor<br>-<br>Hidrandina<br>-<br>Sedalib                      | Tiempo de actividad<br>-<br>Mandil<br>-<br>Botas<br>-<br>Guantes<br>-<br>Casco<br>-<br>Espacio<br>-<br>Termómetro Hp, Especial | El operario supervisa midiendo que el agua sea correctamente llenada.   | Bidones correctamente llenados con agua ozonizada  | Clientes de Chepén y Guadalupe.<br>-<br>Operario |
| ACTIVIDAD                                 | Inicio/Término  | Proveedores   | Entradas   | Proceso   | Salida   | Cliente  |
| Inspección de lavado a presión            | Revisión de proceso<br>-<br>Culmino de revisión llenado de bidones  | Operario<br>-<br>Supervisor<br>-<br>Hidrandina<br>-<br>Sedalib                      | Tiempo de actividad<br>-<br>Mandil<br>-<br>Botas<br>-<br>Guantes   | Operario realiza una revisión del agua luego de pasar por el proceso de llenado, verifica el                                    | Agua inspeccionada después de llenado<br>-<br>Operario informado del proceso.                    | Clientes de Chepén y Guadalupe.<br>-<br>Operario |

|  |   |  |   |   |   |   |
|--|---|--|---|---|---|---|
|  |   |  | -<br>Casco<br>-<br>Espacio  | correcto<br>proceso de<br>llenado.  |   |   |
| <b>ACTIVIDAD</b>                       | <b>Inicio/Término</b>   | <b>Proveedores</b>   | <b>Entradas</b>   | <b>Proceso</b>  | <b>Salida</b>   | <b>Cliente</b>                                  |
| Llenado de bidones                     | Recepción de bidones<br>-<br>Sellado de bidones                                     | Operario<br>-<br>Supervisor<br>-<br>Hidrandina<br>-<br>Sedalib | Tiempo de actividad<br>-<br>Mandil<br>-<br>Capuchón con cierre de presión<br>-<br>Botas<br>-<br>Guantes<br>-<br>Casco<br>-<br>Espacio | El operario hace presión del capuchón para sellar el bidón lleno.   | Bidones correctamente sellados  | Cientes de Chepén y Guadalupe.<br>-<br>Operario |
| <b>ACTIVIDAD</b>                       | <b>Inicio/Término</b>   | <b>Proveedores</b>   | <b>Entradas</b>   | <b>Proceso</b>  | <b>Salida</b>   | <b>Cliente</b>                                  |
| Enjuague de bidones con agua tratada.  | Revisión de proceso<br>-<br>Culmino de revisión de bidones etiquetados              | Operario<br>-<br>Supervisor<br>-<br>Hidrandina<br>-<br>Sedalib | Tiempo de actividad<br>-<br>Mandil<br>-<br>Botas<br>-<br>Guantes<br>-<br>Casco<br>-<br>Espacio<br>-<br>Selladora                      | Operario realiza una revisión del bidón, luego del etiquetado, verifica el correcto etiquetado del bidón. | Bidón inspeccionado o después de etiquetado<br>-<br>Operario informado del proceso. | Cientes de Chepén y Guadalupe.<br>-<br>Operario |
| <b>ACTIVIDAD</b>                       | <b>Inicio/Término</b>   | <b>Proveedores</b>   | <b>Entradas</b>   | <b>Proceso</b>  | <b>Salida</b>   | <b>Cliente</b>                                  |
| Desinfección de capuchones de plástico | El bidón es llevado al almacén<br>-<br>Bidón en almacén, listo para ser distribuido | Operario<br>-<br>Supervisor<br>-<br>Hidrandina<br>-<br>Sedalib | Tiempo de actividad<br>-<br>Mandil<br>-<br>Botas<br>-<br>Guantes<br>-<br>Casco<br>-<br>Desinfectante                                  | El operario con los utensilios adecuados levanta la llave el bidón hasta el almacén indicado.             | Bidones apilados en el almacén  | Cientes de Chepén y Guadalupe.<br>-<br>Operario |

*Fuente: Elaboración propia, Diagrama FMEA y FMECA de actividades claves.*

#### 4.4.3 Costeo ABC de las actividades modificadas

Ya elaborados los formatos de trabajo SIPOC par actividad modificadas por las mejoras aplicadas, se recalcularon en función de la inversión y el tiempo requerido. Se necesitó (Tabla 17), que detalla el coste de los insumos; y (Tabla 16), que describe consideraciones para el costeo.

**Tabla 10** Costos de las actividades modificadas.

| Actividad                                 | Insumo            | Unidad Requerida        | Tiempo Estándar        | Costo S/.        | Costo de actividad S/.        |
|---|-------------------|-------------------------|------------------------|------------------|-------------------------------|
| Inspección del proceso de desprendimiento | Tiempo de trabajo |                         | 120.4143seg            | 0.1505179        | 7.925                         |
|   | Energía Eléctrica | .0025566 Kw x seg       |                        | 0.1238712        |                               |
|   | Agua              | .6 M3                   |                        | 7.6363636        |                               |
|   | Espacio           | 16 M2                   |                        | 0.0145096        |                               |
| Inspección del proceso de esterilización  | <b>Insumo</b>     | <b>Unidad Requerida</b> | <b>Tiempo Estándar</b> | <b>Costo S/.</b> | <b>Costo de actividad S/.</b> |
|   | Tiempo de trabajo |                         | 145.2253seg            | 0.1815316        | 7.836                         |
|   | Energía Eléctrica | .0025566 Kw x seg       |                        | 0.0010287        |                               |
|   | Agua              | .6 M3                   |                        | 7.6363636        |                               |
| Espacio                                   | 16 M2             | 0.0174992               |                        |                  |                               |
| Inspección de lavado a presión            | <b>Insumo</b>     | <b>Unidad Requerida</b> | <b>Tiempo Estándar</b> | <b>Costo S/.</b> | <b>Costo de actividad S/.</b> |
|   | Espacio           | 16 M2                   | 57.9821seg             | 1.1596422        | 1.160                         |
|   | Mandil            | 1 UND                   |                        | 0.0000184        |                               |
|   | Botas             | 1 UND                   |                        | 0.0000114        |                               |
| Guantes                                   | 1 UND             | 0.0000331               |                        |                  |                               |
| Lavado a presión de bidones               | <b>Insumo</b>     | <b>Unidad Requerida</b> | <b>Tiempo Estándar</b> | <b>Costo S/.</b> | <b>Costo de actividad S/.</b> |
|   | Tiempo de trabajo |                         | 255.2984seg            | 0.3191231        | 4.168                         |
|   | Espacio           | 16 M2                   |                        | 0.0307627        |                               |
|   | Mandil            | 1 UND                   |                        | 0.0000810        |                               |
|   | Botas             | 1 UND                   |                        | 0.0000504        |                               |
|   | Guantes           | 1 UND                   |                        | 0.0001457        |                               |
| Agua                                      | .3 M3             | 3.8181818               |                        |                  |                               |
| Llenado de bidones                        | <b>Insumo</b>     | <b>Unidad Requerida</b> | <b>Tiempo Estándar</b> | <b>Costo S/.</b> | <b>Costo de actividad S/.</b> |
|   | Energía Eléctrica | .0073044 Kw x seg       | 160.4147seg            | 0.4714744        | 2.189                         |

|  |                   |                         |                        |                        |                               |
|--|-------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|
|  | Tiempo de trabajo |                         |                        | 0.2005184              |                               |
|  | Agua              | .1 M3                   |                        | 1.4973636              |                               |
|  | Mandil            | 1 UND                   |                        | 0.0000509              |                               |
|  | Botas             | 1 UND                   |                        | 0.0000317              |                               |
|  | Guantes           | 1 UND                   |                        | 0.0000916              |                               |
|  | Espacio           | 16 M2                   |                        | 0.0193295              |                               |
| Enjuague de bidones con agua tratada.  | <b>Insumo</b>     | <b>Unidad Requerida</b> | <b>Tiempo Estándar</b> | <b>Costo S/.</b>       | <b>Costo de actividad S/.</b> |
|  | Tiempo de trabajo |                         | 253.0483seg            | 0.3163104              | 2.893                         |
|  | Espacio           | 16 M2                   |                        | 0.0304916              |                               |
|  | Mandil            | 1 UND                   |                        | 0.0000802              |                               |
|  | Botas             | 1 UND                   |                        | 0.0000500              |                               |
|  | Agua              | .2 M3                   |                        | 2.5454545              |                               |
|  | Guantes           | 1 UND                   |                        | 0.0001444              |                               |
| Desinfección de capuchones de plástico | <b>Insumo</b>     | <b>Unidad Requerida</b> |                        | <b>Tiempo Estándar</b> |                               |
|  | Tiempo de trabajo |                         | 164.1779seg            | 0.2052224              | 1.505                         |
|  | Espacio           | 16 M2                   |                        | 0.0197830              |                               |
|  | Mandil            | 1 UND                   |                        | 0.0000521              |                               |
|  | Botas             | 1 UND                   |                        | 0.0000324              |                               |
|  | Guantes           | 1 UND                   |                        | 0.0000937              |                               |
|  | Desinfectante     | 4 UND                   |                        | 1.2800000              |                               |

*Fuente: Tabla 18 consideraciones de costos. Tabla 8 Tiempo estándar modificado.*

#### 4.4.4 Costos de las actividades críticas antes y después de la aplicación de las mejoras

Aquí se explica en detalle el costo de las actividades clave antes y después de la mejora, también el tiempo estándar por actividad, el ahorro único de cada unidad y el ahorro mensual generado por el mantenimiento de las actividades de mejora implementadas.

**Tabla 11** Comparativa de costes de actividades modificadas

| Actividades                               | Antes de la mejora    |                        | Después de la mejora  |                        | Ahorro              |                          |
|---|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|
|   | Tiempo estándar (seg) | Costo de actividad S/. | Tiempo estándar (seg) | Costo de actividad S/. | Ahorro en soles     | Porcentaje (%) de Ahorro |
| Inspección del proceso de desprendimiento | 176.42                | 8.0596                 | 120.414               | 7.925262365            | 0.1344              | <b>1.67%</b>             |
| Inspección del proceso de esterilización  | 174.41                | 7.8764                 | 145.225               | 7.8364                 | 0.0400              | <b>0.51%</b>             |
| Inspección de lavado a presión            | 84.81                 | 1.6963                 | 57.982                | 1.1597                 | 0.5366              | <b>31.63%</b>            |
| Lavado a presión de bidones               | 317.52                | 4.2537                 | 255.298               | 4.1683                 | 0.0853              | <b>2.01%</b>             |
| Llenado de bidones                        | 217.06                | 2.4330                 | 160.415               | 2.1889                 | 0.2442              | <b>10.04%</b>            |
| Enjuague de bidones con agua tratada.     | 306.25                | 2.9655                 | 253.048               | 2.8925                 | 0.0730              | <b>2.46%</b>             |
| Desinfección de capuchones de plástico    | 201.30                | 1.5561                 | 164.178               | 1.5052                 | 0.0509              | <b>3.27%</b>             |
| <b>TOTAL</b>                              | <b>1477.76seg</b>     | <b>28.8406</b>         | <b>1156.56seg</b>     | <b>S/. 27.676310</b>   | <b>S/. 1.164334</b> | <b>4.04%</b>             |

*Fuente: Tabla 18 Consideraciones de costos. Tabla 10 Costos de actividades modificadas*

**Interpretación:** En la tabla 11, el costo de las actividades clave se evidencia antes y después de la mejora de la aplicación. Las actividades de inspección del proceso de separación deben ahorrar un 1,67% del costo, la inspección del proceso de esterilización ahorra un 0,51%, la actividad de inspección la limpieza a alta presión el 31,63%, la limpieza del tambor a alta presión el 2,01% y el llenado del tambor 10,04 %, enjuague el tambor con agua tratada. 2,46% y 3,27% para tapas de botellas de plástico esterilizadas, que pueden ahorrar un 4,04% en total.

#### 4.4.5 Prueba de Hipótesis

##### a. Prueba de normalidad

H0: los datos presentan distribución normal

H1: los datos no presentan distribución normal

##### Supuestos

$P < 0.05$  se aprueba H1

$P \geq 0.05$  se aprueba H0

**Tabla 12** Prueba de normalidad

| Pruebas de normalidad |                                 |    |      |              |    |      |
|-----------------------|---------------------------------|----|------|--------------|----|------|
|                       | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |      |
|                       | Estadístico                     | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig. |
| Diferencia            | .276                            | 7  | .114 | .874         | 7  | .201 |

**Fuente:** Tabla 17, Costos de mano de obra para prueba de hipótesis; SPSS VS 20.

**Interpretación:** Se puede ver que hay un comportamiento normal, y sobre esto se realizará la prueba de hipótesis T-student.

#### **b. Prueba de hipótesis: T-Student**

Los costos de producción se miden por costos laborales unitarios.

**H0:** La mejora del método operativo del proceso de producción redujo de forma significativa el costo laboral unitario de las fases de tratamiento de agua, lavado de tambores, llenado de toneles y sellado de bidones en la empresa Atlántida Guadalupe, E.I.R.L.

**H1:** La mejora del método operativo del proceso de producción no redujo el costo laboral unitario de las fases de tratamiento de agua, lavado de tambores, llenado de toneles y sellado de bidones en la empresa Atlántida Guadalupe, E.I.R.L.

### Supuestos

Si  $p < 0.05$  aprueba  $H_0$

Si  $p \geq 0.05$  aprueba  $H_1$

**Tabla 13** Prueba de T-Student

| Prueba de muestras relacionadas |                    |                          |                    |                           |  |          |       |    |                     |
|---------------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------|--|----------|-------|----|---------------------|
|                                 |                    | Diferencias relacionadas |                    |                           |  |          | t     | Gl | Sig.<br>(bilateral) |
|                                 |                    | Media                    | Desviación<br>típ. | Error típ. de<br>la media | 95% Intervalo de confianza<br>para la diferencia |          |       |    |                     |
|                                 |                    |                          |                    |                           | Inferior   | Superior |       |    |                     |
| Par<br>1                        | Antes -<br>Después | .0589713                 | .0185526           | .0070122                  | .0418129   | .0761296 | 8.410 | 6  | .000                |

*Fuente:* Tabla 17. Costos de mano de obra para prueba de hipótesis; SPSS VS 20.

**Interpretación:** Se observa en la Tabla 13 que el valor de  $p$  es igual a 0.000 y  $p > 0.05$ ; la conclusión es que  $H_0$  está aprobado.

## V. DISCUSIÓN

- Para analizar el funcionamiento del proceso, se utilizaron los diagramas de actividad y operación para identificar 28 actividades en el proceso productivo tales como tratamiento de agua, limpieza de tambores, llenado y sellado de tambores. Herramientas similares utilizó Steven (2019), utilizando operaciones y actividades, El gráfico se utilizó para analizar el proceso productivo de jamón trasero de la empresa; de manera similar, Zegarra (2019) utiliza el gráfico para comprender el proceso de montaje de la línea de producción de tanques.
- Con la ayuda de su trabajo, Horna (2016) seleccionó un modelo de motocicleta para el montaje en línea propuesto en base a las necesidades generadas durante un período de tiempo; (Romeo. 2018) Utilizó las mismas herramientas para priorizar las razones de la disminución de productividad en su empresa. La herramienta Causa-efecto o grafico de pescado apoya encontrando razones de los costes por actividad clave que se estudiaron.
- Se realizó el estudio de tiempos con cronómetro, que registra los tiempos y ritmos por tarea del trabajador para ser medidos, en este estudio se obtuvo que, el tiempo estándar total requerido para la producción en la etapa de tratamiento de agua, lavado de bidones y llenado y sellado de bidones es de 18969.03 segundos; Romeo (2018) también realizó un estudio de tiempos con cronómetro vuelta a cero, donde determinó que el tiempo estándar del proceso de tintorería era de 45.706 minutos.
- Al igual que Steven (2018), quien determina las razones del bajo índice de productividad empresarial. 5 herramientas y así la hoja de trabajo FMEA y FMECA puede encontrar deficiencias en el proceso y establecer sugerencias por actividad, así como cambiar la herramienta adecuada para el desarrollo de la actividad.

- Para calcular el costo actual de la producción se ha empleado la metodología del costeo ABC, que se basa en determinar las tareas del proceso productivo que consumen recursos asignándole un valor, para poder ser calculados por actividad, se pretendió como objetivo el disminuir los costos sin alterar de forma negativa la productividad, para ello se tuvo que reconocer las tareas más costosas y poder enfocarse en ellas para poder mejorarlas. Se tuvo que recurrir también ligado a la metodología inicial a la hoja de trabajo Sipoc, que detalló ordenadamente cada tarea. Se obtuvo como resultado del costo de las actividades del proceso productivo de producción por unidad de producto era de S/. 69.97; por su parte (Salinas Dias, 2018) hizo uso de la metodología mencionada, al igual que el presente estudio utilizó el Diagrama Fast y PITOC para calcular los costos de las actividades de conserva de pescado en una, llegando a la conclusión que estos costos eran de S/. 4.32 por unidad.
- (Zegarra, 2019) Como sugerencia de mejora: comprar maquinas rotomoldeo para facilitar el proceso de producción de tanques de Eternit, también recomienda comprar tubos PVC nuevos que se adapten al trabajo de los operarios. Otra mejora propuesta es la capacitación del personal para identificar las partes que llenan y sellan el tanque, lo cual es fundamental para agilizar el proceso de actividad en cada proceso. (Zegarra, 2019) hizo una recomendación similar en su documento para capacitar a los empleados de la empresa de para reducir la cantidad de tubos pvc dañados y perdidos.

## VI. CONCLUSIONES

- A través del análisis del método de operación, se pudo definir el tiempo estándar total de la etapa de producción en las etapas de tratamiento de agua, lavado de tambores y sellado y llenado de tambores, que es de 18969.03 segundos, que es 316.15 minutos, 5.27 horas (2 docenas) y el número de tambores producidos. El tiempo normal es 14819.55 segundos.
- Con la herramienta de contabilidad de costos ABC se pudo calcular el costo de actividad de la etapa de producción, y el costo de la etapa de producción obtenido es de S /. 69,97. La herramienta también ayuda a identificar las actividades clave, que representan el 80% del costo total del proceso de producción.
- Ishikawa Tools pudo determinar las razones del alto costo de las actividades clave, las principales razones encontradas son: métodos de trabajo insuficientes, herramientas insuficientes, malas condiciones y falta de conocimiento de la actividad, lo que provocará retrasos en la ejecución de las tareas. Durante la inspección del producto, la claridad del indicador de temperatura del agua fue insuficiente. La matriz FMEA y FMECA permiten establecer sugerencias de mejora por actividad, como: adquisición de nuevas herramientas, nuevos métodos de trabajo, charlas, obtención de selladores e inspecciones de producto. Se implementan mejoras en las operaciones de llenado de barriles, verificación de llenado y sellado y verificación de tratamiento de agua.
- La mejora de las actividades clave en la fase de producción redujo el costo en un 4.03%.
- Mediante la prueba de hipótesis T-Student, se confirmaron los ahorros de la mejora, se obtuvo el valor  $p = 0.000$  y se aprobó  $H_1$ , se concluye que la mejora del método de operación del proceso de producción reduce de forma significativa el costo de producción de "Atlántida Guadalupe EIRL "

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se sugiere que el presente informe sea incorporado en las demás áreas de la empresa, esto con el fin de implantar mejoras y hacerlas sostenibles con el tiempo, para un mayor despeño global.
- Sumado a esto se deberían implementar ponencias o clases especializadas sobre los temas de el correcto funcionamiento de cada actividad por lo menos 1 vez mensual, para así fomentar un mayor conocimiento y compromiso entre los trabajadores.
- Por otro lado, se debería gestionar la adquisición de nuevos equipos y herramientas, ya que las que se utilizan actualmente podrían retrasar los tiempos de producción, y, por el contrario, con nuevos equipos se reduciría de manera óptima los costos de las actividades claves, que justamente son los costos más altos.
- Se recomienda a la empresa en estudio Atlántida Guadalupe EIRL proseguir con la mejora implantada en los métodos operativos de producción y así tener un mejor rendimiento a través del tiempo.
- Se sugiere hacer un seguimiento de la mejora implantada, para cerciorarse de que esté funcionando de la forma óptima posible.

## REFERENCIAS

Shojaei, Mehdi, Ahmadi, Ardeshir y Shojaei, Parisa. IMPLEMENTATION PRODUCTIVITY MANAGEMENT CYCLE WITH OPERATIONAL KAIZEN APPROACH TO IMPROVE PRODUCTION PERFORMANCE (CASE STUDY: PARS KHODRO COMPANY). International Journal for Quality Research. 2018.

Akeem, Lawal Babatunde. Effect of Cost Control and Cost Reduction Techniques in Organizational Performance. Ogun State, Nigeria: International Business and Management, 2017.

ALDAADI, SARAH E. y BASAFFAR, AMAL A. 2020. IMPACT OF OPERATING COST REDUCTION ON THE ECONOMIC CHALLENGES FACING SMALL-SIZE CLOTHING FACTORIES IN SAUDI ARABIA. Yeda, Arabia Saudita: Multi-knowledge electronic comprehensive journal for education and science publications (MECSJ), 2020.

Arias, F. El proyecto de investigación. Sexta. EDITORIAL EPISTEME, C.A., 2012.

Bustamante Esquerre, Paolo Renato. 2020. Propuesta de mejora en el área de producción para disminuir costos operativos en la línea de producción de libros en la empresa grupo Matisse S.A.C. Trujillo, Perú. 2020.

Culora, Jill. 2019. Agua Latinoamérica. Agua Latinoamérica. [En línea] 15 de septiembre de 2019. <http://agualatinoamerica.com/2019/09/15/5839/>.

Custodio Reinoso, Yessica Marisol. Propuesta de mejora en la línea de producción de furgones para reducir los costos operativos de la empresa Halcón S.A. Trujillo Perú. 2019.

Espejo Guzman, Christian Mauricio. Propuesta de mejora en la gestión de producción de polos camiseros para reducir costos operativos en la empresa procesos textiles E.I.R.L. Trujillo, Perú. 2019.

Guitierrez Rios, Anthony Salomon y Zapata Bartra, Lupe Alexandra. Propuesta de mejora en el área de producción y logística para disminuir los costos operativos de la empresa Avisca Juanitas E.I.R.L. Trujillo, Perú. 2019.

Hendri, y otros. 2019. Measurement of the Overall Equipment Effectiveness (OEE) and the Process Improvement on Radiator Crimping Line. Jakarta, Indonesia: Journal of Physics: Conference Series, 2019.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. 2014. Metodología de la Investigación. México DF, México: McGrawHill, 2014.

Horna Chavez, Santa María Hide. Efecto de la mejora del método de trabajo en los productos defectuosos de la empresa Calzado July S.A.C., 2016. Trujillo, Perú. 2016.

Khalid Mustafa, Kai Cheng. Improving production changeovers and the optimization: London, United Kingdom: 27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM2017, Modena Italy, 2017.

Kovács , György. METHODS FOR EFFICIENCY IMPROVEMENT OF PRODUCTION AND LOGISTIC PROCESSES. Bratislava, Slovakia: Research papers faculty of materials science and technology in trnava, 2018.

Llaure Valverde, Yahaira Joselyn y Supo Huisa, Bryan Alexis. Propuesta de mejora en las áreas de producción y seguridad y salud en el trabajo para reducir costos operativos en la compañía minera Rodríguez S.A.C. Trujillo, Perú. 2019

Lluquillas Pio, Lorenzo Martin. Aplicación de los costos de producción y su incidencia en la rentabilidad de la empresa SIMFER E.I.R.L. Huánuco-2016. Huánuco, Perú. 2017.

Panday, R., Rachmat, B. y Navanti, Dovina. Evaluation of Operating Cost for Money Packaging: INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH. 2020.

Pastora Panchimayo, Viviana, Armas Heredia, Isabel Regina y Chasi Solórzano, Byron Francisco. 2017. Los inventarios y el costo de producción en las empresas industriales del Ecuador. Quito, Ecuador, 2017.

Peschieira Casinelli, Jorge. Primer Congreso Nacional de Cuero y Calzado. Trujillo. 2016.

Romeo Sanchez, José Miguel Ernesto. 2018. Propuesta de mejora en el proceso de producción de tela en una empresa del rubro textil con metodología Lean Manufacturing. Lima, Perú. 2018.

Rosero Gaibor, Cecilia Johanna. Análisis de los procesos operativos y propuesta de mejora de la productividad en la empresa purificadora y envasadora "El Agua S.A.". Guayaquil, Ecuador. 2017.

Salinas Días, Mayte Anais. Propuesta de estandarización de procesos y mejora de métodos en la producción de conservas de pescado para incrementar la rentabilidad de la plata el Ferrol S.A.C. Trujillo, Perú. 2018.

Steven Hipólito, Jiménez Reyes. Propuesta de mejora de la calidad para la reducción de productos defectuosos en el área de producción aplicando la herramienta AMFE en la empresa Colpast S.A. Guayaquil, Ecuador. 2019.

Trojanowska, Justyna. A Methodology of Improvement of Manufacturing Productivity Through Increasing Operational Efficiency of the Production Process. [En línea] 20 de october de 2017. A Methodology of Improvement of Manufacturing Productivity Through Increasing Operational Efficiency of the Production Process. 2017.

FAO. 2018. [En línea] 26 de setiembre de 2018. [En Línea] 12 de octubre de 2018. <http://www.fao.org/food-loss-and-food-waste/es/>.

Zegarra Gonzales, Edith Anabelle. Propuesta de mejora del proceso productivo de tanques de la empresa Eternit S.A.C. - Chiclayo para reducir las pérdidas económicas por productos defectuosos. Chiclayo, Perú. 2019.

## ANEXOS

### A. ANEXO DE TABLAS

**Tabla 14** Ventas Julio a diciembre, empresa Atlántida Guadalupe E.I.R.L., 2019.

| Ventas de productos de Julio a diciembre del año 2019 – Atlántida Guadalupe E.I.R.L. |       |        |            |         |           |           |       |            |
|--|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|-------|------------|
| Producto   | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Total | Porcentaje |
| Agua de mesa 20 lts  | 1050  | 920    | 1000       | 931     | 852       | 765       | 5518  | 64%        |
| Agua de mesa 7 lts   | 690   | 421    | 545        | 632     | 421       | 451       | 3160  | 36%        |
| Totales por mes  | 1740  | 1341   | 1545       | 1563    | 1273      | 1216      | 8678  | 100%       |

*Fuente: Empresa Atlántida Guadalupe E.I.R.L., 2019. jefe de producción.*

**Tabla 15** Factor de calificación de Westinghouse.

| Valoración del ritmo del trabajo Westinghouse |                     |      |                   |       |                              |       |
|---|---------------------|------|-------------------|-------|------------------------------|-------|
| Factores                                      | Tratamiento de Agua |      | Lavado de Bidones |       | Llenado y sellado de bidones |       |
|   | HABILIDAD           | C1   | 0.07              | C1    | +0.08                        | D     |
| Esfuerzo                                      | C2                  | 0.02 | C1                | +0.03 | B2                           | +0.09 |
| Condiciones                                   | D                   | 0    | D                 | 0.00  | E                            | -0.03 |
| Consistencias                                 | D                   | 0    | E                 | -0.03 | E                            | -0.02 |
| TOTAL   |                     | 0.09 |                   | 0.08  |                              | 0.04  |

*Fuente: Niebel, Benjamin y Freivalds, Andris. Ingeniería Industrial:*

*Métodos, Estándares y diseño del trabajo.*

**Tabla 16** Suplementos por descanso OIT

| "Suplementos para el proceso productivo del bidón agua ozonizada de la empresa Atlántida Guadalupe E.I.R.L., 2020" |            |           |            |
|--|------------|-----------|------------|
| Suplementos Constantes   |            |           |            |
|  | Hombre     |           | Mujer      |
| A. Suplementos por necesidades personales  | 5          |           | 7          |
| B. Suplemento base por fatiga  | 4          |           | 4          |
| Suplementos Variables  |            |           |            |
|  | Hom<br>bre | Muje<br>r | Hom<br>bre |
|  |            |           | Mu<br>jer  |

|  |                                |       |   |                                |             |
|--|--------------------------------|-------|---|--------------------------------|-------------|
| <b>A. Suplemento por trabajar de pie</b>   | <input type="text" value="2"/> | 4     | <b>F. Tensión Visual</b>                                  |                                |             |
| <b>B. Suplemento por postura anormal</b>   |                                |       | Trabajos con cierta precisión                             | 0                              | 0           |
| Ligeramente incómoda                       | 0                              | 1     | Trabajos de precisión o fatigosos                         | <input type="text" value="2"/> | 2           |
| Incómoda (inclinado)                       | <input type="text" value="2"/> | 3     | Trabajos de gran precisión o muy fatigosos                | 5                              | 5           |
| Muy incómoda (echado, estirado)            | 7                              | 7     |   |                                |             |
| <b>C. Uso de fuerza/energía muscular</b>   |                                |       | <b>G. Ruido</b>   |                                |             |
| <b>(Levantar tirar, empujar)</b>           |                                |       | Sonido continuo   | 0                              | 0           |
| <u>Peso levantado por kg</u>               |                                |       | Intermitente y fuerte                                     | <input type="text" value="2"/> | 2           |
| 2.5  | 0                              | 1     | Intermitente y muy fuerte                                 | 5                              | 5           |
| 5  | 1                              | 2     | Estridente y fuerte                                       | 7                              | 7           |
| 7.5  | 2                              | 3     | <b>H. Tensión Mental</b>                                  |                                |             |
| 10   | 3                              | 4     | Proceso algo complejo                                     | <input type="text" value="1"/> | 1           |
| 12.5                                       | 4                              | 6     | Proceso completo o atención dividida entre muchos objetos | 4                              | 4           |
| 15   | 5                              | 8     | Muy complejo  | 8                              | 8           |
| 17.5                                       | 7                              | 10    |   |                                |             |
| 20   | <input type="text" value="9"/> | 13    | <b>I. Monotonía</b>                                       |                                |             |
| 22.5                                       | 11                             | 16    | Trabajo algo monótono                                     | 0                              | 0           |
| 25   | 13                             | 20    | Trabajo bastante monótono                                 | 1                              | 1           |
| 30   | 17                             | (máx) | Trabajo muy monótono                                      | 4                              | 4           |
| 33.5                                       | 22                             | -     |   |                                |             |
| <b>D. Mala iluminación</b>                 |                                |       | <b>J. Tedio</b>   |                                |             |
| Ligeramente por debajo de lo recomendado   | <input type="text" value="0"/> | 0     | Trabajo algo aburrido                                     | <input type="text" value="0"/> | 0           |
| Bastante por debajo de lo recomendado      | 2                              | 2     | Trabajo bastante aburrido                                 | 2                              | 1           |
| Absolutamente insuficiente                 | 5                              | 5     | Trabajo muy aburrido                                      | 5                              | 2           |
| <b>E. Condiciones atmosféricas</b>         |                                |       |   |                                |             |
| Buena ventilación o aire libre             | <input type="text" value="0"/> | 0     |   |                                |             |
| Mala ventilación (Sin emanaciones tóxicas) | 5                              | 5     |   |                                |             |
| Proximidad a hornos o calderas             | 15                             | 15    |   |                                |             |
|  |                                |       | <b>TOTAL SUPLEMENTOS CONSTANTES</b>                       |                                | <b>9</b>    |
|  |                                |       | <b>TOTAL SUPLEMENTOS VARIABLES</b>                        |                                | <b>19</b>   |
|  |                                |       | <b>TOTAL</b>  |                                | <b>0.28</b> |

*Fuente: Niebel, Benjamin y Freivalds, Andris. Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y diseño del trabajo.*

**Tabla 17** Costos de mano de obra para prueba de hipótesis

| Costo/Mano de obra antes |   |                                      |          |            |
|--------------------------|---|--------------------------------------|----------|------------|
| ÍTEM                     | Actividades                               | Tiempo estándar/costo mano obra/Seg. |          | Diferencia |
|                          |   | Antes                                | Después  |            |
| 1                        | Inspección del proceso de desprendimiento | 0.22053                              | 0.15052  | 0.07001    |
| 2                        | Inspección del proceso de esterilización  | 0.21801                              | 0.18153  | 0.03648    |
| 3                        | Inspección de lavado a presión            | 0.106012                             | 0.072478 | 0.03353    |
| 4                        | Lavado a presión de bidones               | 0.39690                              | 0.31912  | 0.07778    |
| 5                        | Llenado de bidones                        | 0.27132                              | 0.200518 | 0.07080    |
| 6                        | Enjuague de bidones con agua tratada.     | 0.38281                              | 0.31631  | 0.06650    |
| 7                        | Desinfección de capuchones de plástico    | 0.251628                             | 0.20522  | 0.04641    |

*Fuente:* Tabla 2, tiempo estándar antes de mejora; Tabla, tiempo estándar después de mejora.

**Tabla 18** Consideraciones de Costos.

| Input                        | S/.      | Unidad/vida Útil | Costo/\$. | Unidad | Costo por Minuto | Costo por Segundo |
|------------------------------|----------|------------------|-----------|--------|------------------|-------------------|
| Ingeniero químico            | 1500     | mes              | 60.00     | día    | 0.1250000<br>0   | 0.00208333<br>3   |
| Operario tratamiento de agua | 900      | mes              | 36.00     | día    | 0.0750000<br>0   | 0.00125           |
| Operario lavado              | 900      | mes              | 36.00     | día    | 0.0750000<br>0   | 0.00125           |
| Operario llenado y sellado   | 900      | mes              | 36.00     | día    | 0.0750000<br>0   | 0.00125           |
| Jefe producción              | 2500     | mes              | 100.00    | día    | 0.2083333<br>3   | 0.00347222<br>2   |
| Local                        | 19000.00 | 80 años          | 0.65      | día    | 0.0004518<br>6   | 0.00000753        |
| Taque de almacenamiento      | 1100.00  | 15 años          | 0.20      | día    | 0.0001395<br>2   | 0.00000233        |
| Filtro grava y arena         | 4000.00  | 14 años          | 0.78      | día    | 0.0005436<br>0   | 0.00000906        |
| Filtro de carbón activado    | 13300.00 | 14 años          | 2.60      | día    | 0.0018074<br>6   | 0.00003012        |
| Filtro suavizador            | 8500.00  | 14 años          | 1.66      | día    | 0.0011551<br>4   | 0.00001925        |
| Osmosis inversa              | 6000.00  | 14 años          | 1.17      | día    | 0.0008153<br>9   | 0.00001359        |
| Lavadora y enjuagadora       | 600.00   | 8 años           | 0.21      | día    | 0.0001426<br>9   | 0.00000238        |
| Llenadora de garrafones      | 400.00   | 8 años           | 0.14      | día    | 0.0000951<br>3   | 0.00000159        |
| Guantes                      | 6.00     | 1 año            | 0.02      | día    | 0.0000342<br>5   | 0.00000057        |
| Botas                        | 24.90    | 4 años           | 0.02      | día    | 0.0000118<br>4   | 0.00000020        |

|  |                      |                |       |        |                |            |
|--|----------------------|----------------|-------|--------|----------------|------------|
| Medio de litraje                         | 15.00                | 6 meses        | 0.08  | día    | 0.0000578<br>7 | 0.00000096 |
| Termómetro                               | 10.00                | 6 meses        | 0.06  | día    | 0.0000385<br>8 | 0.00000064 |
| Mandil                                   | 10.00                | 1              | 0.03  | día    | 0.0000190<br>3 | 0.00000032 |
| Lentes                                   | 15.00                | 1 año          | 0.04  | día    | 0.0000285<br>4 | 0.00000048 |
| Cofia                                    | 1.50                 | 2 meses        | 0.03  | día    | 0.0000173<br>6 | 0.00000029 |
| Desinfectante                            | 0.32                 | Litro          |       |        |                |            |
| Sustancia química esterilización         | 5.60                 | KG             | 0.01  | gr.    |                |            |
| Sustancia química filtro grava y arena   | 9.76                 | KG             | 0.01  | gr.    |                |            |
| Sustancia química filtro carbón activado | 7.77                 | KG             | 0.01  | gr.    |                |            |
| Sustancia química filtro suavizador      | 6.78                 | KG             | 0.01  | gr.    |                |            |
| Sustancia química osmosis inversa        | 8.79                 | KG             | 0.01  | gr.    |                |            |
| Agua                                     | 2800.00              | 220m3          | 12.73 | m3     |                |            |
| Luz                                      | 6300.00              | 15.65710K<br>w | 0.40  | S./ Kw |                |            |
| Para inspección energía eléctrica        | .0025566 Kw x<br>seg |                |       |        |                |            |
| Inspección del proceso de esterilización | .0025566 Kw x<br>seg |                |       |        |                |            |
| Llenado de bidones                       | .0073044 Kw x<br>seg |                |       |        |                |            |

**Fuente:** Empresa Atlántida Guadalupe EIRL.

## B. ANEXO DE FIGURAS

### 1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

|   | Hombres | Mujeres |
|---|---------|---------|
| <b>A. Suplemento por necesidades personales</b> | 5       | 7       |
| <b>B. Suplemento base por fatiga</b>            | 4       | 4       |

### 2. SUPLEMENTOS VARIABLES

|   | Hombres | Mujeres |   | Hombres | Mujeres |
|---|---------|---------|---|---------|---------|
| <b>A. Suplemento por trabajar de pie</b>                            | 2       | 4       | 4   |         | 45      |
| <b>B. Suplemento por postura anormal</b>                            |         |         | 2   |         | 100     |
| Ligeramente incómoda  | 0       | 1       | <b>F. Concentración intensa</b>                           |         |         |
| incómoda (inclinado)  | 2       | 3       | Trabajos de cierta precisión                              | 0       | 0       |
| Muy incómoda (echado, estirado)                                     | 7       | 7       | Trabajos precisos o fatigosos                             | 2       | 2       |
| <b>C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)</b> |         |         | Trabajos de gran precisión o muy fatigosos                | 5       | 5       |
| Peso levantado [kg]   |         |         | <b>G. Ruido</b>   |         |         |
| 2,5   | 0       | 1       | Continuo  | 0       | 0       |
| 5   | 1       | 2       | Intermitente y fuerte                                     | 2       | 2       |
| 10  | 3       | 4       | Intermitente y muy fuerte                                 | 5       | 5       |
| 25  | 9       | 20      | Estridente y fuerte                                       |         |         |
| 35,5  | 22      | máx     | <b>H. Tensión mental</b>                                  |         |         |
| <b>D. Mala iluminación</b>  |         |         | Proceso bastante complejo                                 | 1       | 1       |
| Ligeramente por debajo de la potencia calculada                     | 0       | 0       | Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos | 4       | 4       |
| Bastante por debajo   | 2       | 2       | Muy complejo  | 8       | 8       |
| Absolutamente insuficiente  | 5       | 5       | <b>I. Monotonía</b>                                       |         |         |
| <b>E. Condiciones atmosféricas</b>                                  |         |         | Trabajo algo monótono                                     | 0       | 0       |
| Índice de enfriamiento Kata   |         |         | Trabajo bastante monótono                                 | 1       | 1       |
| 16  |         | 0       | Trabajo muy monótono                                      | 4       | 4       |
| 8   |         | 10      | <b>J. Tedio</b>   |         |         |
|   |         |         | Trabajo algo aburrido                                     | 0       | 0       |
|   |         |         | Trabajo bastante aburrido                                 | 2       | 1       |
|   |         |         | Trabajo muy aburrido                                      | 5       | 2       |

**Figura 17** Suplementos OIT.

*Fuente:* Niebel, Benjamin y Freivalds, Andris. *Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y diseño del trabajo*. 12 ed. 2009.

| HABILIDAD   |    |             | HABILIDAD    |    |            |
|-------------|----|-------------|--------------|----|------------|
| +0.15       | A1 | EXTREMA     | +0.13        | A1 | EXCESIVO   |
| +0.13       | A2 | EXTREMA     | +0.12        | A2 | EXCESIVO   |
| +0.11       | B1 | EXCELENTE   | +0.10        | B1 | EXCELENTE  |
| +0.08       | B2 | EXCELENTE   | +0.08        | B2 | EXCELENTE  |
| +0.06       | C1 | BUENA       | +0.05        | C1 | BUENA      |
| +0.03       | C2 | BUENA       | +0.02        | C2 | BUENA      |
| 0.00        | D  | REGULAR     | 0.00         | D  | REGULAR    |
| -0.05       | E1 | ACEPTABLE   | -0.04        | E1 | ACEPTABLE  |
| -0.10       | E2 | ACEPTABLE   | -0.08        | E2 | ACEPTABLE  |
| -0.16       | F1 | DEFICIENTE  | -0.12        | F1 | DEFICIENTE |
| -0.22       | F2 | DEFICIENTE  | -0.17        | F2 | DEFICIENTE |
| CONDICIONES |    |             | CONSISTENCIA |    |            |
| +0.06       | A  | IDEALES     | +0.04        | A  | PERFECTA   |
| +0.04       | B  | EXCELENTES  | +0.03        | B  | EXCELENTE  |
| +0.02       | C  | BUENAS      | +0.01        | C  | BUENA      |
| 0.00        | D  | REGULARES   | 0.00         | D  | REGULAR    |
| -0.03       | E  | ACEPTABLES  | -0.02        | E  | ACEPTABLE  |
| -0.07       | F  | DEFICIENTES | -0.04        | F  | DEFICIENTE |

**Figura 18** Tabla de valoración de Westinghouse.

*Fuente:* Niebel, Benjamin y Freivalds, Andris. *Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y diseño del trabajo.* 12 ed. 2009.

## C. ANEXO DE INSTRUMENTOS

### C.1 Formato del diagrama de Operaciones del Proceso

|   |   |                   |
|---|---|-------------------|
|  | Cédula de registro de Diagrama de Operaciones del Proceso                     |                   |
|   | Elaborado por: Casós Portocarrero, Renzo Patricio                             |                   |
|   | Proceso: Etapa de trataminento de agua, Lavado , Llenado y Sellado de bidones |                   |
|   | Método: Actual  | Fecha: 27/08/2019 |
|   |   |                   |

### C.2 Formato del diagrama de Actividades del Proceso

|   |   |                   |
|---|---|-------------------|
|  | Cédula de registro para Diagrama de Actividades del                           |                   |
|   | Elaborado por: Casós Portocarrero, Renzo Patricio                             |                   |
|   | Proceso: Etapa de trataminento de agua, Lavado , Llenado y Sellado de bidones |                   |
|   | Método: Actual  | Fecha: 29/08/2019 |
|   |   |                   |

### C.3 Formato de estudio de tiempos.

| ÍTEM                  | Operaciones                  | Actividades  | Tiempo Observado en Minutos |    |    |    |    |    |    | Promedio |
|-----------------------|------------------------------|--|-----------------------------|----|----|----|----|----|----|----------|
|                       |                              |  | T1                          | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 |          |
| 1                     | Tratamiento de Agua          | Bombeo de agua a cisterna  |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 2                     |                              | Adición de insumos para el tratamiento de agua.                        |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 3                     |                              | Proceso de desprendimiento de moléculas de oxígeno.                    |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 4                     |                              | Inspección   |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 5                     |                              | Adición de insumos para el proceso de esterilización.                  |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 6                     |                              | Proceso de esterilización del agua.                                    |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 7                     |                              | Inspección   |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 8                     |                              | Repara del agua (Coagulación de particular y asentamiento de sólidos). |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 9                     |                              | Bombeo del agua en reposo por filtro de grava y arena.                 |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 10                    |                              | Inspección   |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 11                    |                              | Bombeo del agua por filtro de carbón activada.                         |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 12                    |                              | Inspección   |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 13                    |                              | Bombeo del agua por filtro suavizador.                                 |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 14                    |                              | Inspección   |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 15                    |                              | Bombeo del agua por filtro de armario inversa.                         |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 16                    |                              | Inspección   |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 17                    |                              | Almacenamiento de agua purificada                                      |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| Tiempo Promedio Total |                              |  |                             |    |    |    |    |    |    | 0.00     |
| 18                    | Lavado de Bidones            | Lavado a presión de bidones  |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 19                    |                              | Inspección   |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 20                    |                              | Enjuague de bidones con agua tratada.                                  |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 21                    |                              | Inspección   |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| Tiempo Promedio Total |                              |  |                             |    |    |    |    |    |    | 0.00     |
| 22                    | Llenado y Sellado de Bidones | Llenado de bidones   |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 23                    |                              | Inspección   |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 24                    |                              | Desinfección de capuchones de plástico                                 |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 25                    |                              | Sellado de bidón con capuchones de plástico                            |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 26                    |                              | Etiquetado de bidones llenos.  |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 27                    |                              | Inspección   |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| 28                    |                              | Almacenamiento de bidones.   |                             |    |    |    |    |    |    |          |
| Tiempo Promedio Total |                              |  |                             |    |    |    |    |    |    | 0.00     |

### C4. Formato Muestra, calculo estudio de tiempos.

| ITEM                         | Operaciones                  | Actividades  | Tiempo observado (To) en |    |    |    |    |    |             | PROMEDIO | SUMA<br>(X1+...+X7) | (X1) <sup>2</sup> | (X2) <sup>2</sup> | (X3) <sup>2</sup> | (X4) <sup>2</sup> | (X5) <sup>2</sup> | (X6) <sup>2</sup> | (X7) <sup>2</sup> | SUMA X2 | CALCULO "n" |  |
|------------------------------|------------------------------|--|--------------------------|----|----|----|----|----|-------------|----------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------|-------------|--|
|                              |                              |  | T1                       | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7          |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 1                            | Tratamiento de Agua          | Bombeo de agua a cisterna  |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 2                            |                              | Adición de insumos para el tratamiento de agua.                        |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 3                            |                              | Proceso de desprendimiento de moléculas de oxígeno.                    |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 4                            |                              | Inspección   |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 5                            |                              | Adición de insumos para el proceso de esterilización.                  |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 6                            |                              | Proceso de esterilización del agua.                                    |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 7                            |                              | Inspección   |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 8                            |                              | Reposo del agua (Coagulación de partículas y asentamiento de sólidos). |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 9                            |                              | Bombeo del agua en reposo por filtro de grava y arena.                 |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 10                           |                              | Inspección   |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 11                           |                              | Bombeo del agua por filtro de carbón activado.                         |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 12                           |                              | Inspección   |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 13                           |                              | Bombeo del agua por filtro suavizador.                                 |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 14                           |                              | Inspección   |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 15                           |                              | Bombeo del agua por filtro de osmosis inversa.                         |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 16                           |                              | Inspección   |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 17                           |                              | Almacenamiento de agua purificada                                      |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| <b>Tiempo Promedio Total</b> |                              |  |                          |    |    |    |    |    | <b>0.00</b> |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 18                           | Lavado de Bidones            | Lavado a presión de bidones  |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 19                           |                              | Inspección   |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 20                           |                              | Enjuague de bidones con agua tratada.                                  |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 21                           |                              | Inspección   |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| <b>Tiempo Promedio Total</b> |                              |  |                          |    |    |    |    |    | <b>0.00</b> |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 22                           | Llenado y Sellado de Bidones | Llenado de bidones   |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 23                           |                              | Inspección   |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 24                           |                              | Desinfección de capuchones de plástico                                 |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 25                           |                              | Sellado de bidón con capuchones de plástico                            |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 26                           |                              | Etiquetado de bidones llenos.  |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 27                           |                              | Inspección   |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| 28                           |                              | Almacenamiento de bidones.   |                          |    |    |    |    |    |             |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |
| <b>Tiempo Promedio Total</b> |                              |  |                          |    |    |    |    |    | <b>0.00</b> |          |                     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |         |             |  |

### C.5 Formato de diagrama SIPOC

| ACTIVIDAD | INICIO - FIN | /Proveedores | Entradas | / Proceso | Salida | Cliente |
|-----------|--------------|--------------|----------|-----------|--------|---------|
|           |              |              |          |           |        |         |



## C.9 Formato de grado detección, probabilidad, severidad

**TABLA DE GRADO DE SEVERIDAD**

| TIPO | VALORACIÓN | GRADO        | DESCRIPCIÓN  |
|------|------------|--------------|--|
| I    | 1-3        | Menor        | Fallo potencial de alguna parte del sistema        |
| II   | 4-6        | Crítico      | El fallo ocurrirá sin daños importantes al sistema |
| III  | 7-9        | Principal    | Daños importante en el sistema                     |
| IV   | 10         | Catastrófico | Pérdida completa del sistema                       |

**TABLA DE PROBABILIDAD DE FALLO**

| NIVEL | VALORACIÓN | PROBABILIDAD | DESCRIPCIÓN | CLASE DE FALLO INDIVIDUAL                               |
|-------|------------|--------------|-------------|---|
| A     | 1-2        | $10^{-5}$    | Improbable  | Es muy difícil que ocurra                               |
| B     | 3-4        | $10^{-4}$    | Remoto      | Es difícil que ocurra pero cabe la posibilidad          |
| C     | 5-6        | $10^{-3}$    | Ocasional   | Ocurre alguna vez en la vida útil del componente        |
| D     | 7-8        | $10^{-2}$    | Probable    | Ocurre varias veces durante la vida util del componente |
| E     | 9-10       | $10^{-1}$    | Frecuente   | Ocurre con frecuencia                                   |

**TABLA DE GRADO DE DETECCIÓN**

| NIVEL | VALORACIÓN | DESCRIPCIÓN  |
|-------|------------|--|
| I     | 1-3        | Se cuenta con métodos probados de detección: defecto       |
| II    | 4-6        | Los controles tienen una efectividad moderadamente alta o  |
| III   | 7-9        | Los controles tienen una efectividad leve o baja           |
| IV    | 10         | No existe ninguna técnica de control disponible o conocida |

C.10 Fórmula número de observaciones

$$n = \left( \frac{100^2 \sqrt{n' \sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

C.11 Fórmula para el tiempo de estudio.

$$FV = \frac{\textit{Ritmo observado}}{100}$$

C.12. Fórmula de tiempo normal utilizada para estudiar el tiempo.

$$TNormal = TO * FV$$

C.13. Fórmula del tiempo estándar:

$$TS = TN * (1 + Tolerancias)$$

Tabla 20 Operacionalización de variables

| VARIABLE                     | DEFINICIÓN CONCEPTUAL  | DEFINICIÓN OPERACIONAL  | INDICADORES               | ESCALA  |
|------------------------------|--|---|---------------------------|---------|
| MEJORA DE MÉTODOS OPERATIVOS | <b>Evaluación y rediseño de los métodos operativos de las actividades del proceso productivo de la etapa de tratamiento de agua, lavado de bidones, llenado y sellado de bidones medido a través de:</b> |   |                           |         |
|                              | Restablecer las formas de trabajo de las actividades para disminuir los costos, (kanaway,2007)   | Estudio de Tiempos  | Tiempo estándar/actividad | Razón   |
|                              |  | Costeo ABC  | Costo/actividad           | Razón   |
|                              |  | Diagrama Causa – Efecto   | Causa/problema            | Nominal |
|                              |  | Matriz FMEA/FMECA   | Fallos/actividad          | Nominal |
| Análisis Financiero          |  | $VAN = -I_0 + \sum_{n=1}^n \frac{F_n}{(1+K)^n}$ $I_0 = \sum_{n=1}^n \frac{R_n}{(1+TIR)^n}$  | Razón                     |         |
| COSTOS DE PRODUCCIÓN         | Obtener insumos y otros factores para lograr la cantidad requerida para un buen desempeño del proceso productivo. (Horna, 2007)  | Estos son los costos incurridos en el proceso de producción de la etapa de producción de agua del medidor. En la empresa Atlántida Guadalupe E.I.R.L, medido a través de la metodología del Costeo ABC. | Costo/actividad           | Razón   |
|                              |  | Costo unitario de mano de obra por actividad  |                           |         |

*Fuente: Elaboración Propia*