

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO PARA  
SATISFACER LA DEMANDA EN LA EMPRESA AGUA Y SERVICIOS Y  
DERIVADOS S.A.C. MEDIANTE HERRAMIENTAS DE LEAN  
MANUFACTURING**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTORA**

**CINTHYA CIEZA CARRASCO**

**ASESOR**

**Dr. MAXIMILIANO RODOLFO ARROYO ULLOA**

**Chiclayo, 2019**

## **DEDICATORIA**

A Dios

Por haberme permitido cumplir con este objetivo de mi vida profesional y darme la sabiduría necesaria para enfrentar cada obstáculo.

A mi Familia

Por el apoyo incondicional para el logro de este proyecto, su amor y consejos.

A todas aquellas personas que colaboraron, mediante sus valiosas opiniones, en el desarrollo de este gran proyecto.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis Padres por su dedicación, motivación, consejos y enseñanzas que me han ayudado durante mi etapa universitaria.

A Sandra Odar Alcántara, administradora de la empresa “Agua y Servicios y Derivados S.A.C.” por facilitarme la información necesaria para el desarrollo de este proyecto y su apoyo incondicional.

A mi asesor, el Dr. Ing. Maximiliano Rodolfo Arroyo Ulloa por su tiempo y por toda la guía brindada.

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la empresa Agua y Servicios y Derivados S.A.C., dedicada a la elaboración y comercialización de agua de mesa en bidón de 20 L, la cual no atiende el 24,60% de los pedidos solicitados generando una pérdida económica de 34,40%.

Esta tuvo como objetivo proponer mejoras al proceso productivo para satisfacer la demanda de la empresa mediante herramientas de Lean Manufacturing a partir de un diagnóstico y evaluación de las herramientas de mejora.

Por ello, se desarrollaron las mejoras propuestas: estandarización de tiempos y balance de línea que permitieron disminuir el cuello de botella un 10,72% y aumentar la eficiencia a 87,60%; se aplicó la herramienta lean Just in Time para producir de acuerdo a la demanda y el Informe A3 para que la empresa cuente con una cultura de mejora continua. Por otro lado, se propuso un cronograma de capacitación al personal operativo.

Mediante la ejecución de las mejoras propuestas se logró reducir las pérdidas económicas por no satisfacer la demanda a 12,78%, se incrementó la producción en un 23,85% ya que la productividad de mano de obra incrementó un 76,92%, disminuyó los pedidos no atendidos en un 16%, las devoluciones en un 5,86% y el nivel de servicio aumentó a 91,39%.

Finalmente, se realizó un análisis costo-beneficio de la propuesta, en la cual se obtuvo un VAN de S/. 52 519,86, una TIR de 78,25% y un beneficio/costo de 1,28 mostrando la factibilidad de implementación de la mejora.

**Palabras claves:** proceso productivo, demanda, Lean Manufacturing, justo a tiempo

## ABSTRACT

The present investigation was carried out in the company Agua y Servicios y Derivados SAC, dedicated to the preparation and commercialization of table water in a 20 L drum, which does not meet 24,60% of the requested orders, generating an economic loss of 34,40%.

The objective was to propose improvements to the production process to meet the company's demand through Lean Manufacturing tools based on a diagnosis and evaluation of the improvement tools.

For this reason, the proposed improvements were developed: standardization of times and line balance that allowed reducing the bottleneck by 10,72% and increasing the efficiency to 87,60%; The Just in Time lean tool was applied to produce according to the demand and the A3 Report so that the company has a culture of continuous improvement. On the other hand, a training schedule for operational personnel was proposed.

Through the execution of the proposed improvements, economic losses were reduced by not satisfying demand to 12,78%, production increased by 23,85%, as labor productivity increased by 76,92%, decreased the orders not attended by 16% and the returns by 5,86% and the service level increased to 91,39%.

Finally, a cost-benefit analysis of the proposal was carried out, in which a NPV of S /. 52 519, 86, an IRR of 78, 25% and a benefit / cost of 1,28 showing the feasibility of implementing the improvement.

**Keywords:** production process, demand, Lean Manufacturing, just in time

# ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iii
<b>RESUMEN</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>ÍNDICE</b> .....	vi
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	12
<b>II. MARCO DEREFERENCIA DELPROBLEMA</b> .....	14
<b>2.1. ANTECEDENTES</b> .....	14
<b>2.2. BASES TEÓRICAS CIENTÍFICAS</b> .....	17
<b>2.2.1. Sistema de Producción</b> .....	17
<b>2.2.2. Just in Time (JIT)</b> .....	21
<b>2.2.3. Información A3</b> .....	22
<b>2.2.4. Estudio del Trabajo</b> .....	23
<b>2.2.5. Balanceo de Línea</b> .....	28
<b>2.2.6. Pronóstico</b> .....	29
<b>2.2.7. Planeación Agregada</b> .....	30
<b>2.2.8. Inventario de Seguridad</b> .....	32
<b>2.2.9. Requisitos Normativos de la industria del agua embotellada</b> .....	32
<b>III. RESULTADOS</b> .....	35
<b>3.1. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA</b> .....	35
<b>3.1.1. La Empresa</b> .....	35
<b>3.1.1.2. Descripción</b> .....	35
<b>3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO</b> .....	35
<b>3.2.1. Producto</b> .....	35
<b>3.2.2. Recursos del Proceso</b> .....	40
<b>3.2.3. Descripción del Proceso</b> .....	45
<b>3.2.4. Análisis del Proceso</b> .....	50
<b>3.2.5. Cuadro Resumen de Indicadores Actuales del Proceso</b> .....	57
<b>3.2.5.1. Indicadores de Producción</b> .....	57
<b>3.2.5.2. Indicadores de Productividad</b> .....	61
<b>3.2.5.3. Indicadores logísticos y de nivel de servicio</b> .....	66
<b>3.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS</b> .....	73
<b>3.3.1. Análisis y Evaluación de la información del proceso</b> .....	73

3.3.2. Cuadro de Problemas, Causas y Pérdidas .....	76
3.3.3. Problemas, Causas y Propuestas de Solución en el Sistema de Producción .....	77
3.4. EVALUAR LAS HERRAMIENTAS DE SISTEMA DE PRODUCCIÓN .....	82
3.5. DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORA .....	86
3.5.1. Desarrollo de Mejoras .....	86
3.5.2. Nuevos Indicadores del Proceso .....	117
3.5.2.1. Indicadores de Producción.....	117
3.5.2.2. Indicadores de Productividad .....	124
3.5.2.3. Indicadores logísticos.....	128
3.5.2.4. Cuadro Comparativo de Indicadores.....	131
3.6. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL .....	133
3.7. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO.....	137
IV. CONCLUSIONES .....	152
V. RECOMENDACIONES .....	154
VI. LISTA DE REFERENCIAS.....	155
VII. ANEXOS .....	160

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores logísticos de distribución y servicio al cliente.....	20
Tabla 2. Número Recomendado de Ciclos de Observación .....	26
Tabla 3. Elementos de la recta.....	30
Tabla 4. Fórmula de Stock de Seguridad .....	32
Tabla 5. Valor pH recomendado .....	33
Tabla 6. Criterios Microbiológicos para agua carbonatada y no carbonatada según MINSA.....	34
Tabla 7. Interpretación de criterios microbiológicos.....	34
Tabla 8. Ficha Técnica de AQUA POSEIDÓN .....	36
Tabla 9. Utilidad Obtenida por venta y servicio de recarga .....	36
Tabla 10. Producción de agua de mesa en bidón de 20 L para ventas .....	37
Tabla 11. Producción de agua de mesa en bidón de 20 L para recargas.....	38
Tabla 12. Resumen de Ventas desde el año 2016 hasta el año 2018.....	39
Tabla 13. Resumen de Recargas desde el año 2016 hasta el año 2018.....	39
Tabla 14. Utilidades desde el año 2016 hasta el año 2018.....	39
Tabla 15. Materiales para la elaboración de agua de mesa por bidón .....	41
Tabla 16. Relación de Proveedores .....	41
Tabla 17. Trabajadores de la Empresa.....	42
Tabla 18. Cantidad de operarios según la etapa del proceso productivo .....	43
Tabla 19. Relación de la Maquinaria de Producción.....	43
Tabla 20. Relación de Herramientas de Producción.....	44
Tabla 21. Relación de Equipos Administrativos .....	44
Tabla 22. Costo mensual promedio de suministros.....	45
Tabla 23. Dimensiones del área productiva de la empresa.....	55
Tabla 24. Tiempos de producción promedio de las etapas del proceso .....	57
Tabla 25. Cantidad mensual promedio de bidones envasados .....	58
Tabla 26. Producción mensual de agua de mesa .....	59
Tabla 27. Capacidad Real de la empresa.....	60
Tabla 28. Capacidad Ociosa de la empresa .....	60
Tabla 29. Utilización de la empresa .....	60
Tabla 30. Eficiencia de la empresa.....	61
Tabla 31. Productividad de Materia Prima.....	61
Tabla 32. Productividad de Mano de Obra .....	62
Tabla 33. Costo variable de Producción .....	63
Tabla 34. Salario del Personal Operativo .....	63
Tabla 35. Costo unitario de producción por venta y recarga.....	64
Tabla 36. Costo de Producción Total por venta mensual.....	65
Tabla 37. Costo de Producción Total por recarga mensual .....	65
Tabla 38. Pedidos no atendidos por venta desde el año 2016 hasta el año 2018 .....	68
Tabla 39. Costo de devolución por venta de bidón .....	69
Tabla 40. Devoluciones de pedidos por venta desde el año 2016 hasta el año 2018 .....	70
Tabla 41. Utilidad no percibida por recarga de un bidón .....	71
Tabla 42. Devoluciones por recarga desde el año 2016 hasta el año 2018 .....	72
Tabla 43. Resumen de Indicadores Actuales.....	73
Tabla 44. Resumen de las Pérdidas Económicas.....	76
Tabla 45. Utilidad no percibida por pedidos no atendidos.....	78
Tabla 46. Causas de las devoluciones de pedido por venta .....	80
Tabla 47. Causas de las devoluciones de pedido por recarga.....	81
Tabla 48. Resumen de los problemas, causas y propuestas de solución .....	82

<b>Tabla 49.</b>	<b>Matriz de valorización de problemas</b>	83
<b>Tabla 50.</b>	<b>Herramientas propuestas</b>	84
<b>Tabla 51.</b>	<b>Escala de importancia</b>	84
<b>Tabla 52.</b>	<b>Matriz de asignación de puntajes</b>	85
<b>Tabla 53.</b>	<b>Matriz de ponderación</b>	85
<b>Tabla 54.</b>	<b>Determinación del factor de calificación al operario</b>	86
<b>Tabla 55.</b>	<b>Suplementos por descanso</b>	87
<b>Tabla 56.</b>	<b>Nuevos tiempos de producción</b>	87
<b>Tabla 57.</b>	<b>Comparación entre tiempo actual de producción y tiempo estándar</b>	88
<b>Tabla 58.</b>	<b>Carga de trabajo por operario (%)</b>	89
<b>Tabla 59.</b>	<b>Nueva carga de trabajo (%)</b>	91
<b>Tabla 60.</b>	<b>Nueva capacidad de producción</b>	91
<b>Tabla 61.</b>	<b>Nueva eficiencia de producción</b>	92
<b>Tabla 62.</b>	<b>Cronograma del Programa de Capacitación</b>	99
<b>Tabla 63.</b>	<b>Demanda histórica de la empresa</b>	100
<b>Tabla 64.</b>	<b>Demanda proyectada de la empresa</b>	101
<b>Tabla 65.</b>	<b>Demanda Proyectada del año 2020</b>	102
<b>Tabla 66.</b>	<b>Cantidad de horas requeridas para producir la demanda del año 2020</b>	102
<b>Tabla 67.</b>	<b>Cantidad de horas excedentes con nueva jornada laboral</b>	103
<b>Tabla 68.</b>	<b>Cálculo de Stock de Seguridad</b>	104
<b>Tabla 69.</b>	<b>Datos de Producción</b>	105
<b>Tabla 70.</b>	<b>Plan Agregado de Producción con Inventario Cero para el año 2020</b>	107
<b>Tabla 71.</b>	<b>Plan agregado de producción con Fuerza de Trabajo Constante para el año 2020</b>	108
<b>Tabla 72.</b>	<b>Plan Agregado de Producción con Fuerza de Trabajo Constante con horas extras para el año 2020</b>	109
<b>Tabla 73.</b>	<b>Plan Agregado de Producción con Estrategia Mixta para el año 2020</b>	110
<b>Tabla 74.</b>	<b>Resumen de Costo anual del Plan Agregado de Producción</b>	111
<b>Tabla 75.</b>	<b>Plan Agregado de Producción con Estrategia Mixta para el año 2021</b>	112
<b>Tabla 76.</b>	<b>Plan Agregado de Producción con Estrategia Mixta para el año 2022</b>	113
<b>Tabla 77.</b>	<b>Plan Agregado de Producción con Estrategia Mixta para el año 2023</b>	114
<b>Tabla 78.</b>	<b>Plan Agregado de Producción con Estrategia Mixta para el año 2024</b>	115
<b>Tabla 79.</b>	<b>Resumen de Costos Totales</b>	116
<b>Tabla 80.</b>	<b>Detalle del nuevo cuello de botella</b>	117
<b>Tabla 81.</b>	<b>Tiempos estándares de producción</b>	118
<b>Tabla 82.</b>	<b>Nuevas dimensiones de la planta</b>	119
<b>Tabla 83.</b>	<b>Costos de los materiales de un bidón de 20 L con agua de mesa</b>	125
<b>Tabla 84.</b>	<b>Salario del Personal Operativo</b>	125
<b>Tabla 85.</b>	<b>Costo unitario de producción por venta y recarga</b>	126
<b>Tabla 86.</b>	<b>Costo de Producción Total por venta mensual</b>	126
<b>Tabla 87.</b>	<b>Costo de Producción Total por venta mensual</b>	127
<b>Tabla 88.</b>	<b>Pedidos no atendidos por venta desde el año 2016 hasta el año 2018</b>	129
<b>Tabla 89.</b>	<b>Pérdidas Económicas con la mejora</b>	131
<b>Tabla 90.</b>	<b>Comparación de indicadores antes y después de la mejora</b>	132
<b>Tabla 91.</b>	<b>Actividades de Purificación y de Envasado</b>	133
<b>Tabla 92.</b>	<b>Parámetros, escala y valoración</b>	134
<b>Tabla 93.</b>	<b>Pesos de los Parámetros de la Magnitud</b>	135
<b>Tabla 94.</b>	<b>Pesos de los Parámetros de la Importancia</b>	135
<b>Tabla 95.</b>	<b>Escala de Valoración de Impactos</b>	135
<b>Tabla 96.</b>	<b>Propuesta de Mitigación para el Medio Físico</b>	137
<b>Tabla 97.</b>	<b>Ingresos por Pedidos Atendidos en el año 2020</b>	138
<b>Tabla 98.</b>	<b>Ingresos por Pedidos Atendidos en el año 2021</b>	138

<b>Tabla 99.Ingresos por Pedidos Atendidos en el año 2022</b> .....	139
<b>Tabla 100.Ingresos por Pedidos Atendidos en el año 2023</b> .....	139
<b>Tabla 101.Ingresos por Pedidos Atendidos en el año 2024</b> .....	140
<b>Tabla 102.Ingresos por Devoluciones de pedido por venta</b> .....	141
<b>Tabla 103.Ingresos por Devoluciones de Recargas</b> .....	141
<b>Tabla 104.Cantidad Total de bidones</b> .....	142
<b>Tabla 105.Inversión Total de la Propuesta</b> .....	142
<b>Tabla 106.Costo de Equipos de Protección personal</b> .....	143
<b>Tabla 107.Inversión Tangible</b> .....	144
<b>Tabla 108.Inversión Intangible</b> .....	145
<b>Tabla 109.Costo Anual de Materia Prima</b> .....	146
<b>Tabla 110.Costo Anual de Materiales por venta</b> .....	146
<b>Tabla 111.Costo Anual de Materiales por recarga</b> .....	146
<b>Tabla 112.Costo Anual de Mano de Obra Directa (M.O.D.)</b> .....	147
<b>Tabla 113.Costo Anual de Combustible</b> .....	147
<b>Tabla 114.Costo Anual de Energía</b> .....	148
<b>Tabla 115.Cálculo del TMAR</b> .....	149
<b>Tabla 116.Cálculo del Gasto Financiero</b> .....	149
<b>Tabla 117.Costo-Beneficio de la Propuesta</b> .....	150
<b>Tabla 118.Flujo de Caja Económico</b> .....	151

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. Matriz producto-proceso convencional</b> .....	18
<b>Figura 2. Composición del trabajo</b> .....	24
<b>Figura 3. Sistema de Westinghouse</b> .....	27
<b>Figura 4. Suplementos por descanso en porcentajes</b> .....	28
<b>Figura 5. Prelavado manual de bidones</b> .....	47
<b>Figura 6. Lavado y Desinfectado de Bidones</b> .....	47
<b>Figura 7. Llenado de Bidón</b> .....	48
<b>Figura 8. Etiquetadora</b> .....	48
<b>Figura 9. Codificado del producto</b> .....	49
<b>Figura 10. Almacenamiento del producto</b> .....	49
<b>Figura 11. Diagrama de bloques del proceso de agua de mesa en bidón de 20 L</b> .....	50
<b>Figura 12. Diagrama de Operaciones del Proceso</b> .....	52
<b>Figura 13. Cursograma analítico del Proceso de agua de mesa en bidón de 20 L</b> .....	54
<b>Figura 14. Diagrama de Recorrido del Proceso de agua de mesa en bidón de 20 L</b> .....	56
<b>Figura 15. Diagrama de Ishikawa de las causas de las pérdidas económicas de Agua y Servicios y Derivados S.A.C.</b> .....	75
<b>Figura 16. Diagrama de Precedencia del proceso productivo</b> .....	88
<b>Figura 17. Nueva distribución de actividades</b> .....	90
<b>Figura 18. Diagrama de Dispersión de la demanda histórica de la empresa</b> .....	101
<b>Figura 19. Diagrama de Operaciones del Proceso Mejorado</b> .....	120
<b>Figura 20. Cursograma Analítico del Proceso mejorado</b> .....	121
<b>Figura 21. Diagrama de Recorrido del Proceso de agua de mesa en bidón de 20 L</b> .....	122
<b>Figura 22. Matriz de Leopold de Agua y Servicios y Derivados S.A.C.</b> .....	136

## I. INTRODUCCIÓN

La industria del agua embotellada ha ido creciendo a nivel mundial debido al aumento de demanda de la población por consumir productos naturales que beneficien su salud. Según el Instituto de Estudios Económicos y Sociales, Perú cuenta con un consumo per cápita de 21,25 L anuales de agua embotellada, lo cual representa la octava parte de lo que consume México, país con mayor consumo per cápita de agua embotellada en el mundo.

La producción anual de agua embotellada en el Perú fue 985 millones de litros en el año 2016; es decir creció en promedio 10,9% anual respecto al año 2012. Asimismo, la categoría agua en el 2016 alcanzó una participación de 30,6% mientras que en el año 2012 concentraba el 22,5% del total de bebidas no alcohólicas [1].

Asimismo, los avances tecnológicos han permitido que la implementación de una embotelladora actualmente sea más rentable asegurando la calidad del agua.

Para que esta sea competitiva debe centrarse en dos aspectos: orientarse al sistema y proceso productivo y reorganizar el sistema de producción; es decir, las actividades de producción y distribución de un producto o un servicio asegurando que estas generen valor agregado teniendo como base las actividades estratégicas [2].

En el departamento de Lambayeque, existen alrededor de 23 plantas de procesamiento de agua tratada, tal es el caso de la empresa Agua y Servicios y Derivados S.A.C., la cual se dedica a la elaboración y comercialización de agua de mesa en bidón de 20 L.

Esta empresa presenta problemas en su proceso productivo que no le permiten satisfacer su demanda, pues en el periodo de análisis desde el año 2016 hasta el año 2018, tuvo una pérdida económica mensual promedio de S/.4 639,09 debido a los pedidos no atendidos, las devoluciones que realizan los clientes originando costos de reproceso y por las devoluciones que se presentan en el proceso productivo en el servicio de recargas. Por ello, se planteó la siguiente pregunta: ¿Cómo mejorar el proceso productivo para satisfacer la demanda de la empresa Agua y Servicios y Derivados S.A.C.?

La investigación tuvo como objetivo la elaboración de una propuesta de mejora en el proceso productivo de la empresa para satisfacer su demanda mediante herramientas de Lean Manufacturing.

Primero, se diagnosticó el proceso productivo de la empresa empleando diagramas de proceso, indicadores de producción, productividad y logísticos.

Luego, se evaluó las herramientas propuestas para solucionar los problemas identificados en el diagnóstico. Después, se elaboró una propuesta de mejora en el proceso productivo mediante herramientas de Lean Manufacturing como el Just in Time (estudio de tiempos, balanceo de línea y planeación agregada) y el informe A3. También se desarrolló un programa de capacitaciones al personal operativo y guías de trabajo para el buen funcionamiento de la empresa.

Pues si el sistema de producción de la empresa logra ser eficaz, esta disminuiría las ventas perdidas, las cuales se convertirían en nuevos ingresos. Finalmente, se realizó un análisis costo-beneficio de la propuesta.

## II. MARCO DEREFERENCIA DELPROBLEMA

### 2.1. ANTECEDENTES

J. L. Torres Hernández, S. M. Pérez Pulgarín y J. Bermúdez Hernández, [3] en su investigación “**Implementación del método justo a tiempo (JIT)**” tuvieron como objetivo mostrar la implementación del método JIT en una Pyme manufacturera, el cual permite el manejo eficiente de los materiales proporcionándolos en la cantidad y calidad correcta con el fin de eliminar o reducir los residuos. Asimismo, mejora el tiempo de entrega del producto al cliente, la calidad y el servicio.

Para ello, utilizaron una metodología exploratoria y una encuesta. Se concluyó que la empresa presenta debilidades que le generan atrasos en la producción y fortalezas que le permiten ejecutar sus funciones de forma eficiente y eficaz. Por esto, es necesario que JIT se implemente adecuadamente en el proceso productivo para lograr mayores beneficios, como reducción de tiempo en las operaciones y mejora del servicio.

- Este artículo muestra que la herramienta JIT es una estrategia de producción que se puede aplicar en una Pyme, como es el caso de la empresa en estudio y que trae beneficios como mejorar la entrega del producto al cliente, disminución de los tiempos de producción y reducir costos. Dentro de sus prácticas de gestión se encuentra los círculos de calidad que se aplican en la herramienta lean informe A3 propuesta, una fábrica enfocada (organizar sus recursos) y carga de trabajo uniforme aplicada en el balanceo de línea.

C. Urieta y E. Córdoba [4] en su investigación “**Sostenibilidad Empresarial a través de la Manufactura De Clase Mundial**” tuvieron como objetivo demostrar la aplicación de las cuatro bases del modelo de Manufactura de Clase Mundial en una empresa para que esta logre ser competitiva y sostenible promoviendo la mejora continua.

Los pilares son: la 5S para establecer disciplina y orden en el lugar de trabajo, el trabajo en equipo con un fin común, la medición visual del desempeño del equipo y la mejora enfocada a través de mejoras continuas y avanzadas en los procesos de producción y logística aplicando el ciclo PDCA.

Las estadísticas por implementar la Manufactura de Clase Mundial que menciona son: incremento en el nivel de servicio al cliente :16%-28% y en la productividad: 10-16%; reducción de la inversión en inventarios: 17%-30% y del costo de compras en un 7%-11%.

- Para la investigación se aplicaron los últimos dos pilares a través del informe A3 y mejoras continuas (estandarización de tiempos, balance de línea, planeación agregada, redistribución del proceso productivo).

Asimismo, se tomó como referencia el porcentaje mínimo de mejora de nivel de servicio, 16%, donde en la tabla 104 se muestra que la empresa puede cumplir con esa mejora.

W. Schwagerman y J. M. Ulmer [5] en su investigación “**The A3 Lean Management and Leadership Thought Process**” tuvieron como objetivo mostrar la resolución de problemas con la herramienta A3 y cómo esta encaja con la cultura Toyota para promover un mayor aprendizaje y la mejora continua. Esta herramienta de aprendizaje crea una cultura de compromiso y empoderamiento en los empleados dentro de una organización.

Asimismo, muestra que no solo se tiene que aplicar herramientas como 5S, Value-Stream Mapping (VSM), Kaizen y Kanban, sino que la cultura de la empresa es de gran importancia, ya que determina el éxito de esta.

- Este artículo muestra la importancia de la aplicación de la herramienta A3 en una empresa ya que inculca el pensamiento de mejora continua en los empleados y facilita la resolución de problemas que se presenten ya que ellos intervienen en las propuestas de solución.

J. Vargas Hernández, et al. en su investigación “**Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?**” [6] tuvo como objetivo mostrar el impacto de la aplicación de la herramienta Lean Manufacturing (Just in Time, Jidoka, informe A3, Heijunka, Kaizen, Kanban, SMED y 5S) en el sistema de producción y en la mejora continua.

Los principales resultados encontrados en el caso mencionado fueron: 93% de reducción en el tiempo para producir el producto, 91% de reducción en el tiempo de piezas acabadas, 50% de reducción de horas extras, 83% de mejora en la productividad (de 2,4 a 4,5 piezas por operario hora), los cuales demuestran la eficiencia y validez de esta herramienta.

Por otro lado, los beneficios de la implementación de Lean Manufacturing según Hernández y Vizán, 2013, son: “*disminución de un 20% en los costos de compras, 40% en los costos de producción, en inventarios y en los costos de calidad*”.

- En la investigación se muestra que la productividad de mano de obra por hora mejora a 76,92% aplicando Lean Manufacturing (Just in Time y el Informe A3), el cual es menor al 83% que presenta el artículo y que los costos de calidad por las devoluciones existentes por ventas representarán solo un 40,21% en un escenario conservador. Por otro lado, se reduce en unos 12,5% las horas trabajadas diarias ya que la jornada laboral será de 7 horas diarias.

J.C. Cerón Espinosa, et al [7] en su investigación “**Desarrollo y casos de aplicación de Lean Manufacturing**” tuvo como objetivo mostrar que la filosofía Lean Manufacturing es una de las más exitosas para disminuir costos a través de casos reales.

Se determinó que los resultados por la aplicación de las técnicas y principios lean en la industria vinícola fueron: reducción del tiempo de espera en un 60%, reducción en un 13% de la compra en materia prima, eliminación de pérdidas y deterioro del material en proceso y mejor utilización del espacio físico.

Por otro lado, las mejoras que ha habido en las empresas de manera general según fuente literaria son: “*aumento de más de 30% anual en productividad, reducción de inventario en más de un 75%, reducción de un 20% de defectos por año, mejora de más de un 10% en la utilización de mano de obra directa y 50% en indirecta, reducción de costos en general; y reducción de la energía utilizada*”.

- En este caso se considera que se mejora la utilización de la mano de obra directa en un 35,32% (de 1,84 soles por unidad a 1,19 soles por unidad), el costo de producción por bidón para venta disminuye un 3,80 % y para recarga disminuye un 21,94% ya que se optimiza el uso de energía al aumentar la producción diaria aplicando herramientas lean (Just in Time y el Informe A3).

## **2.2. BASES TEÓRICAS CIENTÍFICAS**

### **2.2.1. Sistema de Producción**

#### **2.2.1.1. Concepto de Sistema de Producción**

Un sistema de producción es el conjunto de insumos, procesos, productos y flujos de información que se da en las diferentes áreas de una organización, que lo conectan con los clientes y el ambiente externo [8].

#### **2.2.1.2 Tipos de sistemas de producción**

Los tipos de producción de acuerdo con el proceso son: funcional por lotes y puestos fijos y respecto a la orientación del producto son línea o cadena y flujo continuo, los cuales varían de acuerdo a la variedad y volumen. [9].

En la figura 1 se visualiza los tipos de sistemas de producción que resultan de combinar tipos de producción por producto y proceso.

##### **a. Producción funcional a medida**

Se producen lotes más o menos pequeños con una amplia variedad de productos que son a medida, una vez obtenidos no vuelven a reproducirse.

##### **b. Producción funcional en lotes**

Los lotes de producto son de tamaño variable, sin embargo, los tiempos de proceso son largos, importantes volúmenes de stock y hay actividades que no agregan valor agregado.

##### **c. Producción en línea o cadena**

Se trata de la fabricación de lotes grandes de pocos productos diferentes, pero técnicamente homogéneos. Estos productos requieren una secuencia similar de operaciones, donde los puestos de trabajo, las máquinas y equipos se disponen en flujo.

#### d. Producción en flujo continuo

Cada máquina y equipo están diseñados para realizar siempre la misma operación y preparados para aceptar automáticamente el trabajo que se les suministra. Obtiene gran volumen de producto final, una gran calidad y coste bajo, pero la variedad es pequeña.

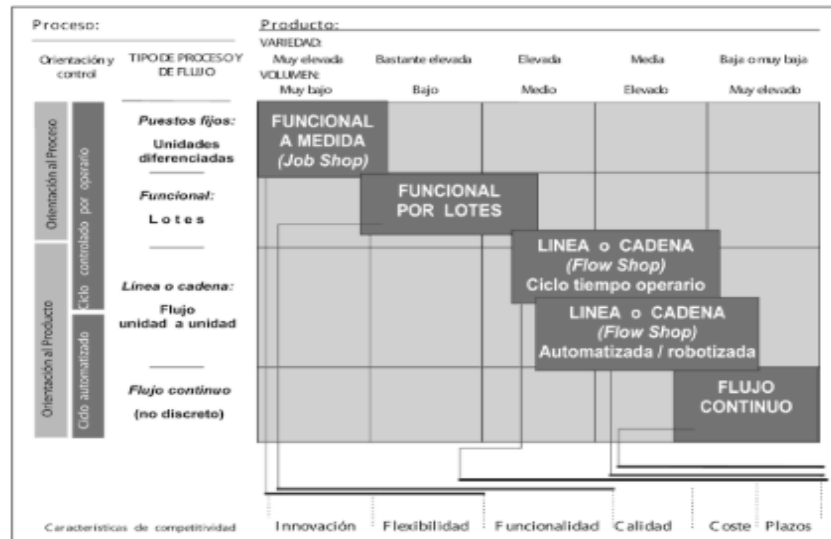


Figura 1. Matriz producto-proceso convencional

Fuente: L. Cuatrecasas Arbós, 2013 [9]

Además, existen otros dos tipos de producción en el marco de la producción ajustada, que tienen como objetivo producir con el mínimo empleo de recursos y número de actividades y lotes de producción pequeños con elevada variación del producto [9].

#### e. Producción Lean

Es una filosofía de trabajo que busca optimizar el sistema de producción respecto a la calidad, tiempo, coste, flexibilidad, funcionalidad e incluso innovación para crear valor al cliente final eliminando los desperdicios. Este opera con lotes pequeños y alta variación en el producto, su gestión es compleja.

## **f. Sistema de fabricación flexible**

Estos sistemas se caracterizan por el uso avanzado de la tecnología por medio de máquinas, equipos automatizados para lograr la rapidez y adaptación a las variaciones de los productos y procesos.

### **2.2.1.3 Indicadores del Sistema de Producción**

#### **a. Indicadores de Productividad**

La productividad mide rendimiento de los factores empleados en la producción; se calcula mediante el cociente entre la cantidad producida y la cantidad de recursos utilizados en un periodo de tiempo [10].

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Recursos utilizados}}$$

De esta fórmula, se puede definir indicadores propios para cada recurso utilizado:

$$\text{Productividad de Mano de Obra} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Nº Mano de Obra}}$$

$$\text{Productividad de Materia Prima} = \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Cantidad M. P. empleada}}$$

$$\text{Productividad económica} = \frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Costo de Materiales} + \text{Costo M. O.}}$$

#### **b. Indicadores de Eficiencia**

Se indican dos indicadores de eficiencia [10]:

- **Eficiencia física**

Relación aritmética entre la cantidad de materia prima existente en la producción obtenida y cantidad de materia prima empleada.

$$\text{Eficiencia física} = \frac{\text{Salida útil de M. P.}}{\text{Entrada de M. P.}}$$

• **Eficiencia Económica**

Relación aritmética entre total de ingresos y egresos de la venta de un producto en un periodo de tiempo.

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$

**c. Indicadores logísticos**

Según A. Mora García, los indicadores logísticos involucrados con la distribución y servicio al cliente son los que se muestran en la tabla 1[11].

**Tabla 1. Indicadores logísticos de distribución y servicio al cliente**

<b>Indicador</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Frecuencia de análisis</b>
Pedidos entregados a tiempo	Controlar el nivel de cumplimiento de entrega de los pedidos a tiempo	$\frac{\text{Pedidos entregados a tiempo}}{\text{Pedidos Despachados}}$	Mensual
Devoluciones	Controlar devoluciones de producto	$\frac{\text{Pedidos devueltos}}{\text{Pedidos Despachados}}$	Mensual
Entrega Perfecta	Controlar cantidad de órdenes entregadas sin errores	$\frac{\text{Entregas Perfectas}}{\text{Total de entregas}}$	Mensual

**Fuente: L.A. Mora García, 2008 [11]**

Asimismo J. Flores Arriaga indica que el nivel de servicio puede ser medido con los siguientes indicadores [12]:

- **Cumplimiento de pedidos (Pedidos atendidos)**

Proporción de pedidos que se despacharon completos entre total de pedidos recibidos.

$$\text{Cumplimiento de pedidos} = \frac{\text{Pedidos despachados completos}}{\text{Total de Pedidos Recibidas por los Clientes}}$$

- **Calidad de la Entrega**

Proporción de pedidos que los clientes recibieron sin ningún problema por calidad del producto respecto al total de pedidos que se entregaron.

$$\text{Calidad de Entrega} = \frac{\text{Cantidad de pedidos entregados sin objeción}}{\text{Total de pedidos entregados}}$$

## **2.2.2. Just in Time (JIT)**

### **2.2.2.1 Concepto**

Es un sistema de organización de la producción que se basa en tres pilares: producción ajustada y nivelada, calidad total asegurada y participación, motivación y formación de las personas. Tiene como objetivo lograr un sistema de producción flexible en el que se elimine todo despilfarro y se reduzcan los costes [9].

### **2.2.2.2 Aspectos particulares del JIT**

Según R.M. Andino, el sistema JIT cuenta con los siguientes aspectos [13]:

#### **a. Distribución en U**

Tiene el objetivo de variar la capacidad productiva de la fuerza laboral añadiendo o quitando operarios en el puesto de trabajo.

**b. Ciclo estándar**

La producción basada en la filosofía JIT está basada en la demanda del mercado; es decir si la demanda aumenta la capacidad productiva aumenta o viceversa.

**c. Control de calidad a prueba de errores**

Creación de sistemas prácticos para evitar hacer mal las operaciones.

**d. Mejora Continua**

Aplicación de métodos de forma permanente para eliminar todo que no ayude a mejorar el proceso.

**e. Control de Producción autónomo**

Se realiza un control de calidad en cada puesto de trabajo para evitar que estas unidades avancen por la línea de producción.

**2.2.3. Información A3**

La información A3 es una herramienta lean basada en el Ciclo de Deming que facilita la solución de un problema, el cual debe ser sintetizado en una hoja de tamaño A3 con el fin de mostrar la información relevante bajo una misma perspectiva, eliminar información innecesaria y tomar una decisión con rapidez. [14].

La estructura de un informe A3 considera las siguientes secciones:

- a. **Antecedentes:** breve explicación del contexto del problema.
- b. **Situación actual:** muestra datos cuantificados y hechos del problema.
- c. **Objetivos de mejora:** se establece objetivos de mejora para llegar a la situación deseada.
- d. **Análisis de las causas:** se muestra a la causa raíz del problema a través de diagrama causa-efecto, herramientas de calidad, técnica de los 5 Por qué.
- e. **Acciones de mejora:** se propone acciones de mejora para solucionar el problema estimando los resultados que se quieren lograr.
- f. **Plan de acción:** se establece las acciones a desarrollar asignando a los responsables y la fecha de inicio y fin.

- g. **Seguimiento de resultados:** asegurar que las acciones de mejora se implementen para obtener los beneficios esperados y se mantenga en el tiempo a través de indicadores de seguimiento.

La importancia de esta herramienta es que mejora el diálogo dentro una organización, involucra al personal para que piense en la solución del problema, desarrolla un pensamiento sistemático y crítico y fomenta el uso de la metodología PDCA para un aprendizaje continuo [15].

## **2.2.4. Estudio del Trabajo**

### **2.2.4.1. Concepto**

Conjunto de métodos que se aplican al desarrollo de actividades para mejorar el empleo de los recursos disponibles y establecer normas en los procedimientos, ya que detecta los fallos que se presentan en la forma de realizar las tareas y fija el tiempo para llevar a cabo una actividad. [16].

F. J. López Correa, et al el estudio de trabajo comprende las técnicas del estudio de métodos y la medición del trabajo [17].

### **2.2.4.2. Estudio de Métodos**

Es el registro y análisis de cómo se está realizando una labor para luego elaborar propuestas de mejora del método con el fin de tener métodos más eficientes para reducir costos.

Las herramientas más utilizadas para el registro y seguimiento de las operaciones son [18]:

#### **a. Diagrama de Operaciones de Proceso**

Muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones e inspecciones representadas por un círculo y un cuadro. La enumeración se reinicia cuando se cambia de símbolo.

## b. Diagrama de Análisis de Proceso

Es un diagrama más detallado, en el que se indica los movimientos de los materiales, el cual se emplea para eliminar tiempos muertos.

## c. Diagrama de Recorrido

Se realiza sobre un plano en el que se muestra las máquinas y la secuencia de operaciones que sigue el producto a través de una línea.

## d. Diagrama de Gantt

Herramienta utilizada para planificar y programar distintas actividades durante un periodo establecido.

### 2.2.4.3. Medición del Trabajo

Es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo en que un trabajador calificado debe de llevar a cabo una determinada actividad de acuerdo a normas y rendimientos preestablecidos [19].

#### a. Contenido Básico de un Trabajo

La composición de un trabajo está formado por un contenido básico y uno improductivo como se muestra en la figura 2 [20].

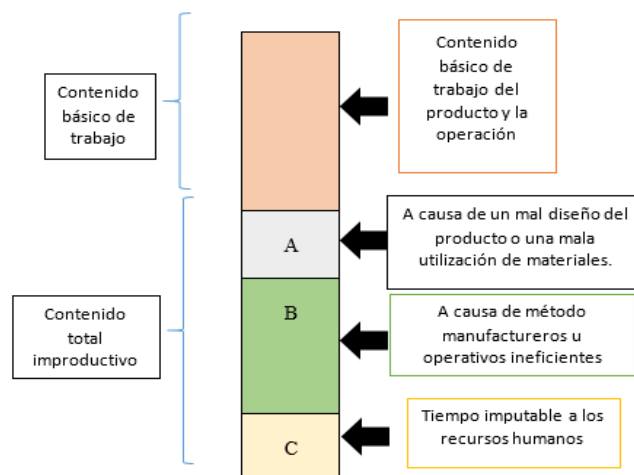


Figura 2. Composición del trabajo

Fuente: G. Kanawaty, 1996 [20]

El tiempo imputable hace referencia al tiempo en que un trabajador permanece inactivo bajo su responsabilidad por: ausencias, retrasos, trabajo con descuido y accidentes.

## **b. Elementos del Estudio de Tiempo**

Son 4 elementos que conforman la medición del trabajo [16]:

- **Selección del operario**

Se selecciona al operario que posee un desempeño promedio o ligeramente un poco más que el promedio para lograr un mejor estudio con la ayuda del supervisor del departamento.

- **Registro de información significativa**

Se debe de registrar las máquinas, herramientas, soportes, condiciones de trabajo, materiales, operaciones, nombre y número de operarios, departamento, fecha del estudio y nombre del observador.

- **Posición del observador**

El observador debe estar de pie y atrás del operario.

- **División de la operación en elementos**

La operación se divide en movimientos más conocidos como elementos para facilitar la medición.

## **c. Ciclos en el estudio**

General Electric Company estableció una guía aproximada para el número observaciones que se deben realizar de acuerdo al tiempo de ciclo del proceso productivo para llegar un estándar equitativo como se muestra en la tabla 2 [21].

**Tabla 2. Número Recomendado de Ciclos de Observación**

<b>Tiempo de ciclo (min)</b>	<b>Número de Observaciones a realizar</b>
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
2,00-5,00	15
5,00-10,00	10
10,00-20,00	8
20,00-40,00	5
Más de 40,00	3

Fuente: General Electric Company, 1965 [21]

#### **d. Calificación del desempeño del operario**

Cuando es un ciclo corto, se aplica una calificación al estudio completo o un promedio para cada elemento.

Para calificar el desempeño se ajusta el tiempo medio observado (TO) para cada elemento durante el estudio al tiempo normal (TN) que requeriría un operario calificado para realizar el mismo trabajo:

$$TN = TO * C / 100$$

donde C es la calificación otorgada expresada como porcentaje [16].

El método de calificación más usado es el Sistema Westinghouse, el cual considera cuatro factores [22]:

- **Habilidad:** destreza para seguir un método dado.
- **Esfuerzo:** demostración de la voluntad para trabajar de manera eficaz; es decir la velocidad con la que el operario aplica la habilidad.
- **Condiciones:** son las que afectan al operario como la temperatura, la ventilación, la luz y el ruido.
- **Consistencia:** es la variabilidad de los tiempos elementales que se toman en el registro de tiempos.

En la figura 3 se muestran los distintos grados de los factores con sus respectivos valores.

<u>HABILIDAD</u>			<u>ESFUERZO</u>		
+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
<u>CONDICIONES</u>			<u>CONSISTENCIA</u>		
+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 3. Sistema de Westinghouse**

**Fuente: S.Lowry,H. Maynard y G. Stegemerten,1940 [22]**

Por otro lado, debe añadirse una holgura (tiempo extra) al tiempo normal para establecer un tiempo estándar (TE) para que un trabajador lo pueda lograr de manera razonable.

Los porcentajes de los tiempos básicos que se van a considerar para calcular el porcentaje de holgura se aprecian en la figura 4 [20].

La expresión para el tiempo estándar es:

$$TE = TN / (1 - holgura)$$

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

**Figura 4. Suplementos por descanso en porcentajes**

Fuente: Organización Internacional del Trabajo [20]

### 2.2.5. Balanceo de Línea

El balanceo de línea tiene como fin equilibrar la carga de trabajo para asegurar un flujo continuo y uniforme de los productos, al identificar el cuello de botella de la operación y establecer la velocidad de la línea. De este modo se disminuye o elimina el tiempo ocioso [23].

Para el cálculo de la eficiencia del balanceo de una línea, se utiliza la siguiente fórmula:

$$E = \frac{\text{Suma de tiempos de la tarea}}{\text{Número de estaciones} * \text{tiempo de ciclo}}$$

Dónde:

- **Tiempo de tareas:** es el tiempo necesario para producir un producto.
- **Tiempo de ciclo (TC):** es el tiempo en el que el producto permanece en la línea de producción.

$$TC = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producción por día}}$$

- **El número de estaciones:** es el tiempo total de duración de las tareas, dividido entre el tiempo del ciclo.

$$NT = \frac{\text{Suma de tiempo de las tareas}}{\text{Tiempo de ciclo}}$$

## 2.2.6. Pronóstico

### 2.2.6.1. Concepto

Un pronóstico es la estimación de un valor futuro de una variable a través del empleo de métodos y procedimientos que disminuyan el margen de error.

Sirven de base para la planeación de una organización a largo plazo y para la toma de decisiones gerenciales y de otras áreas como ventas, finanzas y producción [24].

### 2.2.6.2. Tipos de pronósticos

Se clasifica en cuatro tipos básicos [25]:

- Las técnicas cualitativas:** son subjetivas y se basan en estimados y opiniones.
- El análisis de series de tiempo:** utilizan información respecto a la demanda histórica para predecir la demanda futura.

- c. **El pronóstico causal:** se basa en la técnica de regresión lineal, se asume que la demanda se relaciona con otros factores en el ambiente.
- d. **Los modelos de simulación:** se realizan varias suposiciones acerca de la condición del pronóstico.

### 2.2.6.3. Pronóstico casual - Método de Regresión Lineal

Para aplicar este método, se grafica primero los datos para ver si aparecen lineales; es decir deben formar una recta. Pues la principal restricción es que los datos pasados y los pronósticos futuros deben caer sobre una recta.

La recta de la regresión lineal tiene la forma de ecuación lineal formada por elementos descritos en la tabla 3.

$$Y = a + b$$

**Tabla 3. Elementos de la recta**

<b>Elemento</b>	<b>Descripción</b>
Y	Variable dependiente calculada en la ecuación
a	Secante de la recta
b	Pendiente de la recta
X	Variable independiente

**Fuente: R.B. Chase, F. Jacobs y N.J. Aquilano, 2006 [25]**

## 2.2.7. Planeación Agregada

### 2.2.7.1. Concepto

Estudia la manera de equilibrar la oferta y la demanda de la producción a mediano plazo, con el objetivo de fijar los niveles de producción, niveles de inventario, tiempo necesario para la producción en un periodo específico, necesidades de contratación, despido, o tiempo extra y las necesidades de los proveedores a largo plazo para cada línea de producto [26].

### **2.2.7.2. Costos de Planeación Agregada**

Los métodos de planeación agregada tienen como objetivo determinar el más óptimo para una empresa que permita minimizar costos. Los costos que intervienen en esta planeación agregada son [26]:

#### **a. Costo de Contratación y Despido**

El costo de contratación está formado por los costos de reclutamiento, selección y entrenamiento necesario para que el operario desarrolle la habilidad que se requiere para su función.

Mientras que el costo de despido incluye las prestaciones a las que tenga derecho el empleado y costos que se relacionen con la indemnización.

#### **b. Costo del tiempo extra**

El costo de tiempo extra se calcula en base al valor de remuneración ordinaria. Para las dos primeras horas es un 25% más el valor de la hora y 35% para más horas de trabajo [27].

#### **c. Costo de mantenimiento de inventario**

Este costo consiste en la conservación de una cantidad de productos en almacén, el cual incluye costo de capital, costo variable de almacenaje, costo de obsolescencia y deterioro.

Se puede considerar como un porcentaje del valor total del inventario, varía entre el 15% y 35% anual.

#### **d. Costo de subcontratación**

Es el costo que se paga a un tercero para que se encargue de realizar la producción requerida.

#### **e. Costo por faltante**

El costo por faltante significa que no hay en inventario lo solicitado por el cliente, lo cual afecta el nivel de servicio de una empresa. Puede considerarse como las utilidades futuras que se pierden.

### 2.2.8. Inventario de Seguridad

El inventario de seguridad es el inventario extra que establece la empresa para hacer frente a la incertidumbre de la demanda; es decir tener inventarios mayores a la demanda promedio con el objetivo de entregar el producto al cliente en el momento preciso o el suministro de materiales en la etapa de proceso productivo [28].

El cálculo se realiza teniendo en cuenta la desviación de la demanda y nivel de servicio deseado, pero para que se ajuste a la realidad se considera la variabilidad del tiempo de entrega a través de la siguiente fórmula [29]:

$$SS = z * \sqrt{\bar{P}\sigma_d^2 + \bar{D}_d^2\sigma_1^2}$$

En la tabla 4 se muestra el significado de cada una de las variables de la fórmula.

**Tabla 4. Fórmula de Stock de Seguridad**

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
$\bar{P}$	Plazo medio de entrega diario
$\sigma_d^2$	Variación de demanda diario
$\bar{D}_d^2$	Demanda media diaria
$\sigma_1^2$	Variación en el plazo de entrega

Fuente: Slimstock [29]

### 2.2.9. Requisitos Normativos de la industria del agua embotellada

Según la Comisión de Defensa al Consumidor y Organismo Reguladores de los Servicios Públicos el marco normativo que la empresa debe de cumplir se muestra a continuación [30].

## **a. Marco Normativo Internacional**

- **Codex Alimentarius-Norma General para las Aguas Potables Embotelladas/Envasadas- Codex Standard 227-2001.**

En este destaca el valor de pH recomendado para el agua embotellada por los organismos internaciones como se muestra en la tabla 5.

**Tabla 5. Valor pH recomendado**

<b>Institución Internacional</b>	<b>Valor pH recomendado</b>
Organización Mundial de la Salud (OMS)	6,5 a 9,5
Environmental Protection Agency (EPA)	6,5 a 8,5

**Fuente: Codex Standard 227-2001 [30]**

Cuenta con un Código de Prácticas de Higiene para las aguas potables embotelladas/envasadas CAC/RCP 48-2011. Este se complementa con el Código Internacional Recomendado de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969, Rev. 3-1997).

## **b. Marco Normativo Nacional**

- **Decreto Supremo 007-98-SA, aprueba el Reglamento sobre Vigilancia y Control de Alimentos y Bebidas.**

Este establece que el agua que se utilice para la fabricación de alimentos y bebidas cumpla con los requisitos físico-químicos y bacteriológicos para aguas de consumo humano señalados en la norma que dicta el Ministerio de Salud (MINSa) (R.M. N° 591-2008) [31] que se muestran en la tabla 6 y su interpretación en la tabla 7.

En los anexos 4, 5, 6,7 y 8 se muestra que se analizó el producto en el laboratorio CERPER S.A. certificado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), el cual muestra que cumple con estos requisitos.

También establece los Requisitos de Rotulado y que la empresa debe contar con Registro Sanitario proporcionado por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), el cual certifica las condiciones sanitarias necesarias en la elaboración del producto con una vigencia de 5 años como se muestra en el anexo 9.

**Tabla 6. Criterios Microbiológicos para agua carbonatada y no carbonatada según MINSA**

Agente Microbiano	Categoría	Clases	n	c	Límite por mL	
					m	M
Bacterias Heterotróficas	2	3	5	2	10	100
Coliformes	5	2	5	0	< 1,1/100 mL	-----
Pseudomonas aeruginosa	10	2	5	0	Ausencia/100 mL	-----

Fuente: Ministerio de Salud (MINSA) ,2008 [31]

**Tabla 7. Interpretación de criterios microbiológicos**

Símbolo	Descripción
<b>n</b>	Número de unidades de muestra seleccionadas al azar de un lote.
<b>c</b>	Número máximo de unidades de muestra que puede contener un número de microorganismos comprendidos entre “m” y “M” en un plan de muestreo de tres clases.
<b>m</b>	Límite microbiológico que separa la calidad aceptable de la rechazable. Un valor mayor a m indica lote inaceptable.
<b>M</b>	Son valores de recuentos microbianos, si es mayor al valor representa un riesgo para la salud.

Fuente: Ministerio de Salud (MINSA) ,2008 [31]

- **Ley 29571**, Código de Protección y Defensa del Consumidor, artículo 32 (etiquetado y denominación de los alimentos).
- **Ley N° 29338**, Ley de Recursos Hídricos establece los requisitos para obtener la licencia de uso de recursos hídricos, artículo 42.
- **Ley N° 26842**, Ley General de Salud, del 20/07/97, Artículo 107°.
- **Decreto Supremo N° 031-2010-SA**, Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. Establece que valor de pH del agua debe de estar en el rango de 6,5 a 8,5 y que se debe contar con Plan de Control de Calidad. Asimismo, considera parámetros de Control Sanitario Obligatorio: Coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbiedad, residual de desinfectante y pH (anexo 5).
- **Decreto Legislativo 1062**, que aprueba la Ley de Inocuidad de los Alimentos.
- **Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM**, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.
- **NTP TP 214.004-19822** –Agua de Mesa Requisitos

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA**

##### **3.1.1. La Empresa**

###### **3.1.1.2. Descripción**

Agua y Servicios y Derivados S.A.C. es una empresa familiar dedicada a la elaboración y comercialización de agua de mesa en bidones ubicada en Ferreñafe.

Está registrada en la SUNAT con RUC 20600438337. Inició sus actividades en enero del 2016 en el departamento de Lambayeque, donde existen alrededor de 23 plantas de procesamiento de agua tratada. Asimismo, cuenta con un derecho de propiedad industrial o marca del producto (anexo 2) y con licencia municipal (anexo 3).

La jornada laboral en la empresa es de 8:00 am -1:00 pm y de 3:00 pm-6:00 pm; es decir un total de 8 horas diarias, cinco días a la semana, logrando una producción diaria de 109 bidones aproximadamente. Sin embargo, en la temporada de verano se solicitan más pedidos por lo que contrata a un operario de manera temporal.

#### **3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO**

Agua y Servicios y Derivados S.A.C. cuenta con un sistema de producción en línea, Flow Shop, ya que sigue una misma secuencia de operaciones para producir un único producto con un gran volumen y bajo coste.

##### **3.2.1. Producto**

###### **3.2.1.1. Descripción del Producto**

El producto que ofrece esta embotelladora es AQUA POSEIDÓN, agua de mesa en bidón de 20 L, la cual cuenta con clientes en diversos distritos de la región Lambayeque. En la tabla 8 se muestra la ficha técnica del producto.

**Tabla 8. Ficha Técnica de AQUA POSEIDÓN**

<b>Nombre comercial del producto</b>	AQUA POSEIDÓN	
<b>Descripción del producto</b>	Es agua potable tratada sin gas carbónico	
<b>Características físico-químicas</b>	pH: 7,5-8,00 Turbidez: <1 Dureza: 124-128 mg CaCO <sub>3</sub> /L	STD: 75-80 mg/L Cloro residual: < 0,05
<b>Características organolépticas</b>	Sabor: insaboro Olor: ninguno Apariencia: transparente	Color: incoloro Textura: líquido
<b>Características microbiológicas</b>	Cumple con las especificaciones de DIGESA, según Norma RM N° 591-2008 MINSA.	
<b>Envase</b>	Producto Ecológico, fabricado en policarbonato virgen, ultra resistente.	
<b>Tiempo de vida útil</b>	90 días (3 meses)	
<b>Condiciones de almacenamiento</b>	Conservar en lugar limpio, fresco y seco.	
<b>Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.</b>		
<b>Elaboración: Propia</b>		

### 3.2.1.2. Producción Histórica de la empresa

El cliente puede comprar agua de mesa en bidones de 20 L o adquirir el servicio de recarga de bidón. En la tabla 9 se muestra la utilidad obtenida de cada una de ellas. El resultado del costo para una unidad de producción se detallará más adelante.

**Tabla 9. Utilidad Obtenida por venta y servicio de recarga**

<b>Detalle</b>	<b>Precio de venta (S/.)</b>	<b>Costo de producción (S/.)</b>	<b>Utilidad unitaria (S/.)</b>
Ventas	30	20,80	9,20
Recargas	10	3,60	6,40

**Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.**

**Elaboración: Propia**

En la tabla 10 y 11 se muestran los ingresos y utilidades que se han registrado desde el año 2016 hasta el año 2018, los cuales varían debido a que existen devoluciones mensuales mostradas en la tabla 40 ya que los pedidos atendidos para ventas se encuentran en la tabla 38.

Por otro lado, se aprecia que el 52,08% de la producción en promedio le pertenece a las ventas y el 47,92% le pertenece al servicio de recargas.

**Tabla 10. Producción de agua de mesa en bidón de 20 L para ventas**

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Producción (und)</b>	<b>Ingresos (S/.)</b>	<b>Utilidades (S/.)</b>
2016	Enero	772	19 692	6 164,89
	Febrero	781	19 996	6 256,91
	Marzo	752	19 092	5 980,87
	Abril	700	17 600	5 520,80
	Mayo	772	20 032	6 256,91
	Junio	703	17 928	5 612,81
	Julio	777	20 080	6 275,31
	Agosto	808	20 908	6 532,95
	Septiembre	705	17 818	5 585,21
	Octubre	784	20 256	6 330,52
	Noviembre	835	21 820	6 808,99
	Diciembre	1 125	30 350	9 431,36
2017	Enero	903	23 588	7 361,06
	Febrero	1 199	32 604	10 121,46
	Marzo	981	25 996	8 097,17
	Abril	914	24 224	7 545,09
	Mayo	932	24 628	7 673,91
	Junio	878	23 008	7 177,04
	Julio	905	23 920	7 453,08
	Agosto	830	21 568	6 735,37
	Septiembre	839	22 144	6 901,00
	Octubre	918	24 208	7 545,09
	Noviembre	890	23 368	7 287,45
	Diciembre	941	24 796	7 729,12
2018	Enero	1 232	33 492	10 397,50
	Febrero	1 530	42 500	13 157,90
	Marzo	1 296	35 616	11 041,60
	Abril	1 085	29 320	9 109,32
	Mayo	1 058	28 442	8 842,48
	Junio	1 061	28 702	8 916,09
	Julio	1 092	29 564	9 182,93
	Agosto	1 023	27 324	8 502,03
	Septiembre	1 048	28 176	8 759,67
	Octubre	1 055	28 624	8 888,49
	Noviembre	1 073	29 096	9 035,71
	Diciembre	1 072	28 726	8 934,49
<b>Total</b>		<b>34 269</b>	<b>909 206</b>	<b>283 152,57</b>

**Fuente:** Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

**Elaboración:** Propia

**Tabla 11. Producción de agua de mesa en bidón de 20 L para recargas**

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Recargas (und)</b>	<b>Ingresos (S/.)</b>	<b>Utilidades (S/.)</b>
2016	Enero	700	7 000	4 480,93
	Febrero	725	7 250	4 640,97
	Marzo	750	7 500	4 801,00
	Abril	714	7 140	4 570,55
	Mayo	624	6 240	3 994,43
	Junio	667	6 670	4 269,69
	Julio	618	6 180	3 956,02
	Agosto	600	6 000	3 840,80
	Septiembre	700	7 000	4 480,93
	Octubre	620	6 200	3 968,83
	Noviembre	720	7 200	4 608,96
	Diciembre	1 005	10 050	6 433,34
2017	Enero	850	8 500	5 441,13
	Febrero	1360	13 600	8 705,81
	Marzo	920	9 200	5 889,22
	Abril	885	8 850	5 665,18
	Mayo	821	8 210	5 255,49
	Junio	822	8 220	5 261,89
	Julio	790	7 900	5 057,05
	Agosto	813	8 130	5 204,28
	Septiembre	832	8 320	5 325,91
	Octubre	780	7 800	4 993,04
	Noviembre	822	8 220	5 261,89
	Diciembre	860	8 600	5 505,14
2018	Enero	1 190	11 900	7 617,58
	Febrero	1 570	15 700	10 050,09
	Marzo	1 005	10 050	6 433,34
	Abril	1 020	10 200	6 529,36
	Mayo	978	9 780	6 260,50
	Junio	998	9 980	6 388,53
	Julio	974	9 740	6 234,90
	Agosto	980	9 800	6 273,30
	Septiembre	973	9 730	6 228,50
	Octubre	1 000	10 000	6 401,33
	Noviembre	1 023	10 230	6 548,56
	Diciembre	964	9 640	6 170,88
<b>Total</b>		<b>31 673</b>	<b>316 730</b>	<b>202 749,37</b>

**Fuente:** Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

**Elaboración:** Propia

En la tabla 12 y tabla 13 se muestra en resumen los respectivos ingresos y utilidades que ha tenido la empresa desde el año 2016 hasta el año 2018 por ventas y recargas.

**Tabla 12. Resumen de Ventas desde el año 2016 hasta el año 2018**

<b>Año</b>	<b>Ventas (und)</b>	<b>Ingresos (S/.)</b>	<b>Utilidades (S/.)</b>
2016	8 342	245 572	776 757,51
2017	9 958	294 052	91 626,86
2018	12 473	369 582	114,768,20
<b>Total</b>	<b>30 773</b>	<b>909 206</b>	<b>283 152,57</b>

Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

Elaboración: Propia

**Tabla 13. Resumen de Recargas desde el año 2016 hasta el año 2018**

<b>Año</b>	<b>Recargas (und)</b>	<b>Ingresos (S/.)</b>	<b>Utilidades (S/.)</b>
2016	8 433	84 430	54 046,44
2017	10 555	105 550	67 566,05
2018	12 675	126 750	81 136,87
<b>Total</b>	<b>31 673</b>	<b>316 730</b>	<b>202 749,37</b>

Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

Elaboración: Propia

El total de las utilidades obtenidas, así como el porcentaje que representa para las ventas y recargas en la empresa se muestra en la tabla 14.

**Tabla 14. Utilidades desde el año 2016 hasta el año 2018**

<b>Año</b>	<b>Utilidades (S/.)</b>	<b>Ventas</b>	<b>Recargas</b>
2016	130 803,95	58,68%	41,32%
2017	159 192,91	57,56%	42,44%
2018	195 905,08	58,58%	41,42%
<b>Promedio Anual</b>	<b>159 676,28</b>	<b>58,27%</b>	<b>41,73%</b>

Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

Elaboración: Propia

### 3.2.1.3. Desechos

Los desechos presentes en este proceso son las etiquetas que se colocan al bidón, las cuales tienen errores de impresión y aquellas que se cambian cuando el bidón reingresa al ciclo de elaboración. Por otro lado, están los caños y bidones que se deterioran por el tiempo de uso y por rayaduras.

### **3.2.2. Recursos del Proceso**

#### **3.2.2.1. Materia Prima**

La materia prima es el agua subterránea proveniente del pozo a tierra, la cual es envasada en un bidón de policarbonato virgen y consta de una cápsula linner, caño y etiqueta.

#### **3.2.2.2. Materiales**

Los materiales necesarios para la elaboración de agua de mesa bidón de 20 L se muestran en la tabla 15 con sus respectivos costos.

Los materiales directos representan un costo unitario de S/.18, 05 para la venta de bidones de agua de mesa de 20 L mientras que para el servicio de recarga el costo unitario es S/. 0,85.

El costo de los materiales indirectos se calculó de acuerdo a la frecuencia de uso y renovación de estos, generando un costo aproximado de S/.0,15.

Y por último los materiales auxiliares, que se refieren al equipo de protección personal que debe tener cada operario para entrar a la nave de producción, representan un costo de S/. 0,05 por los 5 operarios.

#### **3.2.2.3. Proveedores**

La empresa cuenta principalmente con 5 proveedores de los materiales directos, indirectos y auxiliares que se utilizan en el proceso productivo. En la tabla 16 se muestra la relación de estos proveedores.

**Tabla 15. Materiales para la elaboración de agua de mesa por bidón**

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (S/.)	Total (S/.)
<b>Materiales directos</b>				
Bidones con caño	1	und	17,200	
Etiqueta	1	Millar	0,250	
Precintos	2	Millar	0,200	18,05
Cápsula linner	1	und	0,150	
Código-Fecha	1	Millar	0,250	
<b>Materiales indirectos</b>				
Tiras pH	1	und	0,036	
Jabón líquido	1	und	0,014	
Alcohol líquido	1	und	0,012	
Divosan Forte	1	L	0,017	
Novagras	1	L	0,014	0,15
Lejía	1	L	0,024	
Esponja verde	1	und	0,005	
Esponja azul	1	und	0,005	
Cepillo	1	und	0,020	
<b>Materiales auxiliares por operario</b>				
Mascarilla	1	und	0,002	
Guantes	2	par	0,002	0,009
Cofia	1	und	0,001	

Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

Elaboración: Propia

**Tabla 16. Relación de Proveedores**

Nombre	Material	Lugar	Tiempo promedio de entrega
Plásticos Básicos de Exportación S.A.C. (PBEX)	Cápsula linner y bidón de 20 litros con caño	Lima, Santa Anita	15 días
Termoencogibles del Perú S.A.	Precintos	Lima, Lince	15 días
Etiquetas Flexográficas del Perú S.A.C. (ETIFLEX)	Etiquetas	Lima, Ate	12 días
Hydrotech Perú Import E.I.R.L.	Novagras Divosan Forte	Lima, Comas	10 días
Hanna Instruments	Tiras de pH	Lima, San Juan de Lurigancho	15 días

Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

Elaboración: Propia

### 3.2.2.4. Mano de obra

Esta empresa familiar cuenta con un gerente general, un administrador, un jefe de producción, 5 operarios, 1 chofer y un repartidor como se muestra en la tabla 17.

**Tabla 17. Trabajadores de la Empresa**

Área	Puesto	Edad	Instrucción
Administración	Gerente General	55	Licenciado en Administración
	Administradora	29	Licenciada en Administración
Producción	Jefe de Producción	36	Estudio técnico
Distribución	Chofer	56	Secundaria completa
	Repartidor	26	Secundaria completa

**Fuente:** Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

**Elaboración:** Propia

Por otro lado, el personal operativo se encuentra distribuido en cuatro etapas que conforman el proceso productivo, los cuales cuentan con un grado de instrucción diferente como se observa en la tabla 18.

Asimismo, se aplicó una encuesta a cada uno de ellos donde se evidenció su falta de conocimiento técnico sobre el proceso productivo y su falta de capacitación (anexo 10 y 11). En esta se evidenció que solo el 20% del personal operativo conoce la cantidad de producción que se debe de realizar antes de iniciar sus labores, el 40% no conoce el valor de pH del producto que ofrece la empresa y nadie conoce los criterios microbiológicos que se debe de cumplir según DIGESA.

Además, el 60% piensa que la empresa no cumple con todos los pedidos solicitados por falta de tiempo en el proceso.

Por otro lado, muestra que solo el 20% ha recibido capacitación en la empresa sobre seguridad en el trabajo y fue dada por el jefe de producción.

**Tabla 18. Cantidad de operarios según la etapa del proceso productivo**

<b>Etapa</b>	<b>Personal operativo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Instrucción</b>	<b>Antigüedad Laboral</b>
Pre-lavado manual	Operario 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Despiece del bidón.</li> <li>• Despiece y lavado manual del caño</li> <li>• Lavado de cápsula linner</li> </ul>	Secundaria completa	9 meses
	Operario 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prelavado manual del bidón.</li> <li>• Armado del bidón con caño.</li> </ul>	Estudio técnico inconcluso	9 meses
Lavado y Desinfección semiautomático	Operario 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavado y desinfección automática del bidón.</li> <li>• Llenado automático del bidón.</li> </ul>	Estudio técnico inconcluso	1 año
Envasado	Operario 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tapado</li> <li>• Sellado</li> <li>• Etiquetado</li> </ul>	Secundaria completa	6 meses
Almacenamiento	Operario 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Codificado</li> <li>• Traslado de producto al almacén</li> </ul>	Primaria completa	5 meses

**Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.**

**Elaboración: Propia**

### 3.2.2.5. Maquinaria de Producción

En la tabla 19 se muestra la maquinaria que interviene en el proceso de purificación del agua y en el envasado de los bidones, así como la cantidad y precio unitario de cada una. En el anexo 12 se muestra el sistema de purificación de la empresa. La maquinaria consume un total de 1,8 kW; es decir, el consumo diario de esta es 14,4 kWh al día.

**Tabla 19. Relación de la Maquinaria de Producción**

<b>Máquina</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario (S/.)</b>
Filtro de arena y grava	1	4 500
Filtro de carbón activado	1	6 000
Filtro pulidor	2	6 150
Lámpara ultravioleta	1	1 600
Generador de ozono	1	1 650
Bomba 0,75 HP	1	450
Máquina de lavado y desinfección	1	7 500
Máquina automática de llenado	1	8 600

**Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.**

**Elaboración: Propia**

### 3.2.2.6. Herramientas de Producción

Las herramientas utilizadas en el proceso productivo, su precio unitario, cantidad y función que desempeña se muestran en la tabla 20.

**Tabla 20. Relación de Herramientas de Producción**

<b>Equipo</b>	<b>Función</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario (S/.)</b>
Varilla de acero	Limpiar contornos de los bidones	2	15
Pistola caliente	Colocar fecha de vencimiento	1	250
Mesa de acero	De soporte	2	450
Martillo de goma	Colocar cápsula linner	1	35
Etiquetadora	Colocar etiquetas	1	350
Parihuela	Colocar los bidones	12	35

**Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.**

**Elaboración: Propia**

### 3.2.2.7. Equipos administrativos

El área administrativa, de producción y calidad cuenta con los equipos mostrados en la tabla 21.

**Tabla 21. Relación de Equipos Administrativos**

<b>Área</b>	<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario (S/.)</b>
Calidad y Administración	Escritorio	2	300
Calidad, Producción y Administración	Laptop	3	2800
Administración	Impresora	1	550
Producción	Estante	2	480
Administración	Sillas de oficina	3	120

**Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.**

**Elaboración: Propia**

### 3.2.2.8. Suministros

Los montos promedios mensuales de los suministros empleados en el proceso productivo se aprecian en la tabla 22. En el anexo 13 se muestra el

recibo de luz del mes de marzo del año 2019, donde se aprecia que el costo de energía por kWh es S/.0,5804.

**Tabla 22. Costo mensual promedio de suministros**

<b>Tipo de suministro</b>	<b>Monto Promedio Mensual</b>
Agua	S/. 130
Energía	S/. 220
Combustible	S/. 1 150
Mantenimiento de vehículo	S/.70

**Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.**

**Elaboración: Propia**

### **3.2.3. Descripción del Proceso**

Para realizar el proceso de elaboración de bidones con agua de mesa, el agua de pozo debe de pasar por un proceso de purificación; es decir debe contar con un grado de pureza para el consumo humano. Este proceso se detalla a continuación:

#### **a) Cloronización**

El acceso al agua subterránea proviene del pozo a tierra y del tanque, el cual es tratado con hipoclorito de sodio a 3-4 ppm para impedir la formación de microorganismos en el agua por un periodo mínimo de 2 horas.

#### **b) Filtración**

El agua pasa por tres tipos de filtraciones:

- 1) Filtración con arena y grava (multimedia) 12 x 48”:** el agua pasa por el filtro de grava arena y, los cuales retienen los sólidos en suspensión (25-30 micras) como la arenilla y arcilla presentes en el agua de pozo.
- 2) Filtración con carbón activado 12 x 48”:** se utiliza para eliminar toda clase de olores y sabores presentes en el agua originados por materia orgánica (pesticidas y herbicidas) o cloro residual.

**3) Filtro pulidor 4,5 x 20”:** son cartuchos sintéticos que retienen cualquier partícula de carbón presente en el agua y sólidos en suspensión de hasta 5 micras.

**c) Purificación ultravioleta**

La lámpara ultravioleta funciona como un germicida ya que anula la vida de todas las bacterias, gérmenes, virus, algas y las esporas presentes en el agua destruyendo su ADN, mediante la luz ultravioleta.

**d) Ozonización**

Se inyecta ozono, producto desinfectante, al agua a través de un tanque mezclador para mantener su pureza, eliminar las bacterias patógenas e inactivar los virus y otros microorganismos que no son sensibles a la desinfección con cloro. El agua ya potable pasa al tanque pulmón, el cual se encuentra a 0,30 m de altura respecto al piso.

Luego, se realiza el proceso de envasado de bidones de 20 L, formado por cuatro etapas: prelavado manual, lavado automático, ensamblaje y almacenamiento, los cuales se describen a continuación:

**a) Recepción de materiales**

Se recepciona los materiales directos detallados anteriormente como bidones con caño, tapas, precintos y los indirectos y se da la conformidad de entrega. Asimismo, se recibe los bidones que son devueltos por los clientes.

**b) Pre-lavado**

Para ingresar a la nave de producción, se tiene que pasar por un preludio y se debe contar con la indumentaria adecuada (mascarilla, cofia, guantes y botas).

Luego, el operario despieza los bidones con caño para realizar el lavado manual como se muestra en la figura 5. Para ello, utilizan el detergente Novagras para la parte interna y externa del bidón y el desinfectante Divosan Forte para la parte interna para los contornos que sean difíciles de alcanzar se emplean varillas y cepillos.

Asimismo, se inspecciona si el bidón presenta olores que impidan que continúen el proceso y sean descartados.

Después, se lava el caño, se arma el bidón y se colocan en un estante para su secado.

Por último, se lava la cápsula linner y se desinfecta para que pueda tener contacto con el bidón.



**Figura 5. Prelavado manual de bidones**

**Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.**

### **c) Lavado y desinfección**

Se realiza el lavado y desinfección a través de la máquina lavadora semiautomática empleando desinfectante Divosan Forte y presionando el botón de accionar.



**Figura 6. Lavado y Desinfectado de Bidones**

**Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.**

#### **d) Llenado**

Una vez ubicados los envases bajo la válvula de llenado respectiva, ésta se abre y el envase es llenado hasta una medida predeterminada, donde el agua proviene del tanque pulmón.



**Figura 7. Llenado de Bidón**

**Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.**

#### **e) Tapado**

Se coloca la cápsula linner a presión al bidón con un martillo de goma para evitar que este se derrame o que ingresen elementos contaminantes que resten la pureza del agua.

#### **f) Sellado y etiquetado**

Se colocan los precintos de seguridad al bidón en la parte de la tapa y caño con la ayuda de una pistola caliente y la etiqueta con la marca del producto de manera manual en el centro del bidón.



**Figura 8. Etiquetadora**

**Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.**

### g) Codificado

El codificado se logra mediante un inyector de tinta, el cual registra sobre la tapa, la fecha de vencimiento del producto.



**Figura 9. Codificado del producto**

Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

### h) Control de calidad

En esta parte se verifica que los bidones se encuentren en buen estado, pero este proceso se realiza empíricamente.

### i) Almacenamiento

Los bidones se colocan en una parihuela, para evitar el contacto físico del bidón con el suelo y evitar una posible contaminación al producto. Sin embargo, esta forma de almacenar no es la más eficiente pues ocupa mayor espacio y los bidones son más sensible a tener rayaduras o tener otro daño físico.



**Figura 10. Almacenamiento del producto**

Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

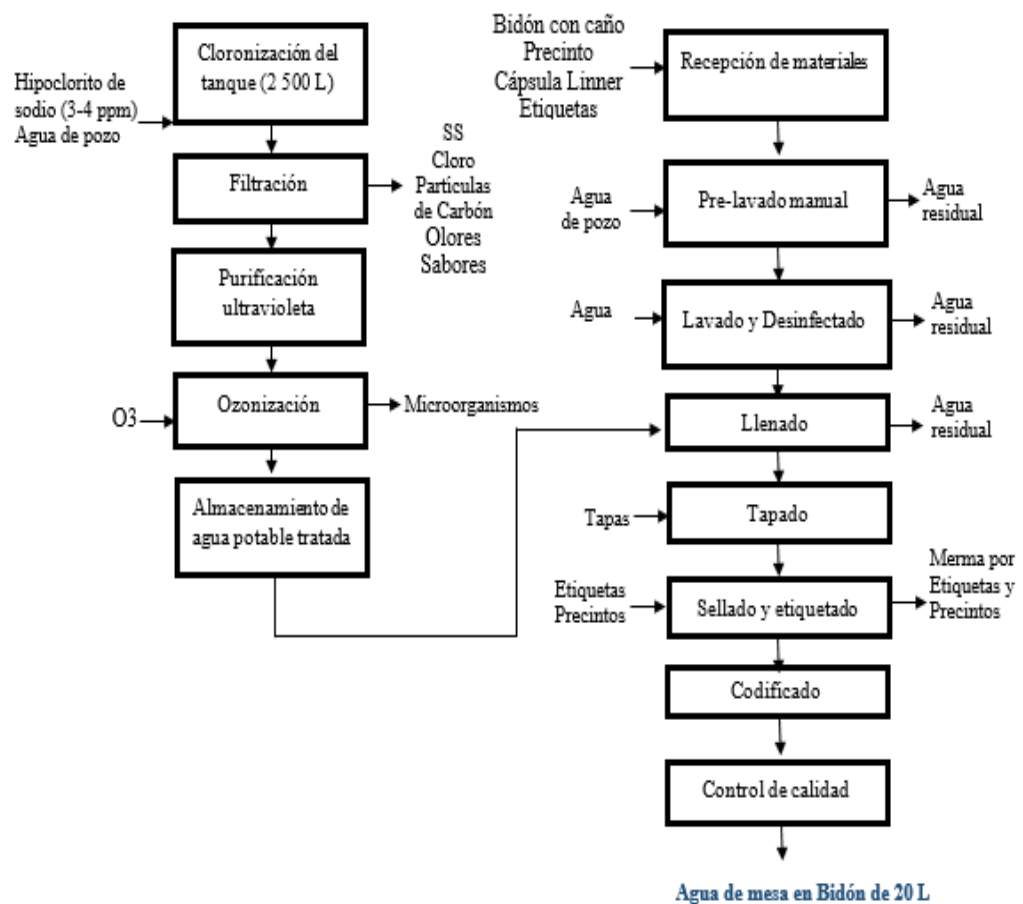
### 3.2.4. Análisis del Proceso

Para realizar el análisis de proceso, se realizó un estudio de tiempos con cronómetro a todas las etapas que conforman el proceso productivo en base al criterio de General Electric (anexo14).

Como el tiempo de ciclo de proceso en promedio es de 8,65 minutos, se realizaron 10 mediciones de las actividades del proceso productivo.

#### 3.2.4.1. Diagrama de bloques de proceso

Esta herramienta permite visualizar el conjunto de procesos secuenciales del proceso productivo con sus respectivos inputs y outputs. El proceso consta de dos partes: purificación del agua y el proceso de envasado de los bidones como se observa en la figura 11.



**Figura 11. Diagrama de bloques del proceso de agua de mesa en bidón de 20 L**  
Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

Elaboración: Propia

### **3.2.4.2. Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP)**

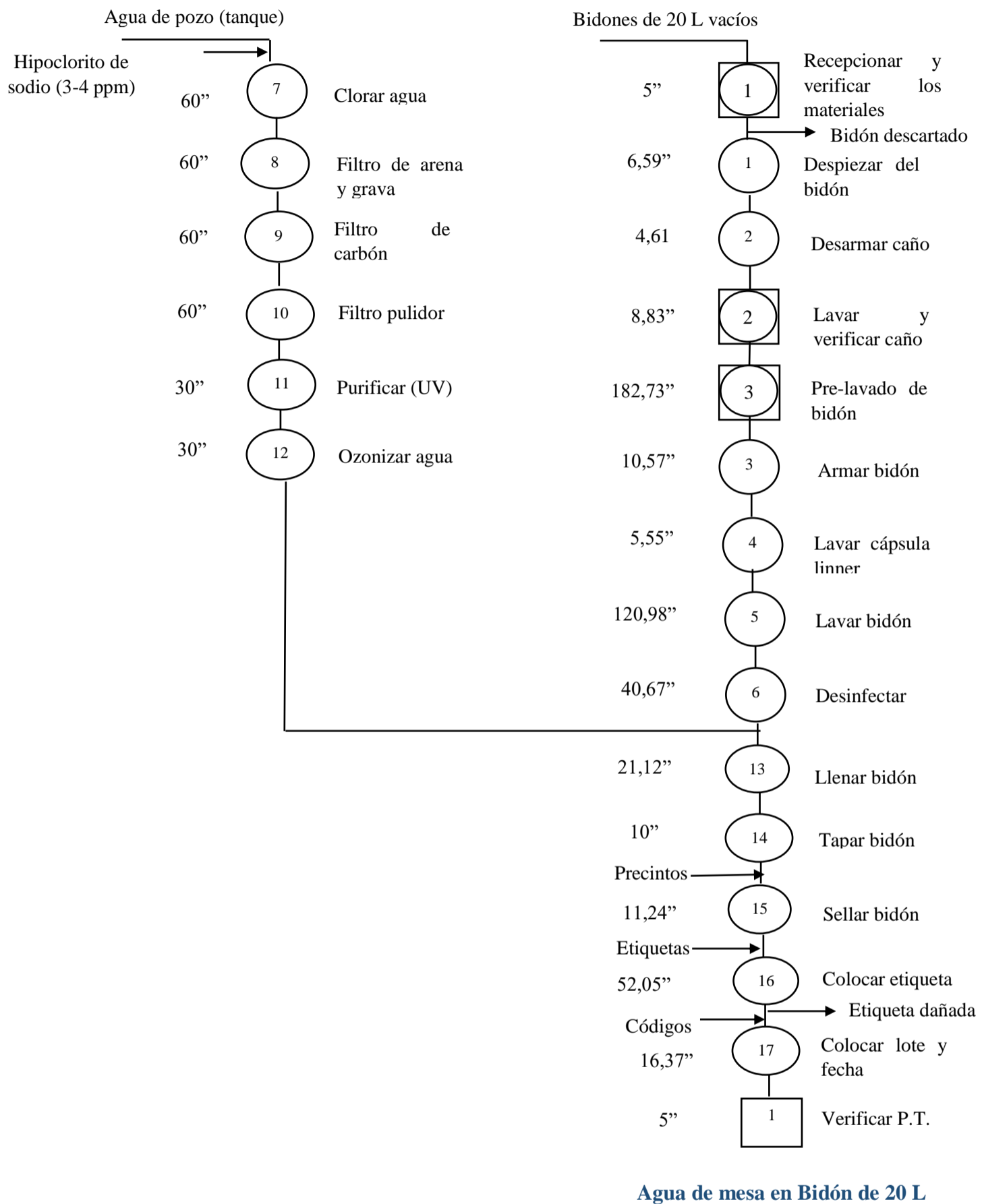
Se realizó el DOP para detallar las operaciones, inspecciones y actividades combinadas.

En resumen, el proceso cuenta con 17 operaciones, de las cuales 6 pertenecen al proceso de purificación del agua (300 s) y las otras 11 pertenecen al proceso de envasado de bidones (299,75 s), las cuales suman un tiempo de 801,31 segundos como se muestra en la figura 12.

Asimismo, se aprecia que se realizan 3 operaciones combinadas, dos de ellas se refieren al lavado y verificación del bidón y del caño y la otra al momento de recibir los materiales a emplear en el proceso, los cuales suman un tiempo de 196,56 segundos.

Por último, se realiza una inspección al producto terminado de 5s para que sea trasladado a almacén.

Diagrama de Operaciones de Proceso		
Diagrama N° 1	Hoja: 1 de 1	Método: Actual
Producto: AQUA POSEIDÓN		Lugar: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.
Actividad: Elaboración de un bidón de 20 L con agua de mesa	Diagramó: Cinthya Cieza Carrasco	Fecha: 08/09/18
	Aprobado por: Dr. Arroyo Ulloa	Fecha: 12/09/18



Resumen		
Actividad	Cantidad	Tiempo
Operación (envasado)	11	299,75
Operación (purificación)	6	300
Inspección	1	5
Combinado	3	196,56
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>801,31</b>

Figura 12. Diagrama de Operaciones del Proceso

Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.  
Elaboración: Propia

### 3.2.4.3. Cursograma Analítico del proceso productivo

Este diagrama permite determinar el porcentaje de actividades productivas e improductivas de la empresa, teniendo en cuenta que son 22 actividades como se muestra en la figura 13.

Para el cálculo del porcentaje de actividades productivas se consideró las operaciones, inspecciones y actividades combinadas.

$$\% \text{Actividades Productivas} = \frac{\text{N}^\circ \text{Actividades Productivas}}{\text{Total de Actividades}} * 100$$

$$\% \text{Actividades Productivas} = \frac{12 + 1 + 3}{22} = 72,73\%$$

Y para el cálculo de las actividades improductivas se consideró las demoras, transportes y almacenamientos.

$$\% \text{Actividades Improductivas} = \frac{\text{N}^\circ \text{Actividades Improductivas}}{\text{Total de Actividades}} * 100$$

$$\% \text{Actividades Improductivas} = \frac{4 + 1 + 1}{22} = 27,27\%$$

Como resultado de este análisis se concluye que el 72,73% de las actividades para la elaboración de agua de mesa en bidones de 20 L son productivas, las cuales generan valor agregado al producto. Sin embargo, el 27,27 % de las actividades son improductivas; es decir, son innecesarias y generan un mayor costo del producto que no es recuperado, ya que el cliente paga por las que generan valor.



### 3.2.4.4. Diagrama de Recorrido

En la figura 14 se muestra el diagrama el recorrido que sigue el proceso productivo en Agua y Servicios y Derivados S.AC. para la elaboración de agua de mesa en bidón de 20 L, la cual cuenta con 220 m<sup>2</sup>.

En la tabla 23 se muestra las dimensiones de cada área que conforma el proceso productivo.

**Tabla 23. Dimensiones del área productiva de la empresa**

<b>Área</b>	<b>Dimensión (m<sup>2</sup>)</b>
Almacén de Insumos	16
Almacén de Materiales	3,4
Área de Prelavado	19,2
Área de Envasado	23,4
Almacén de Producto Terminado	18,9
Área de Purificación	18,25
<b>Total</b>	<b>99,15</b>

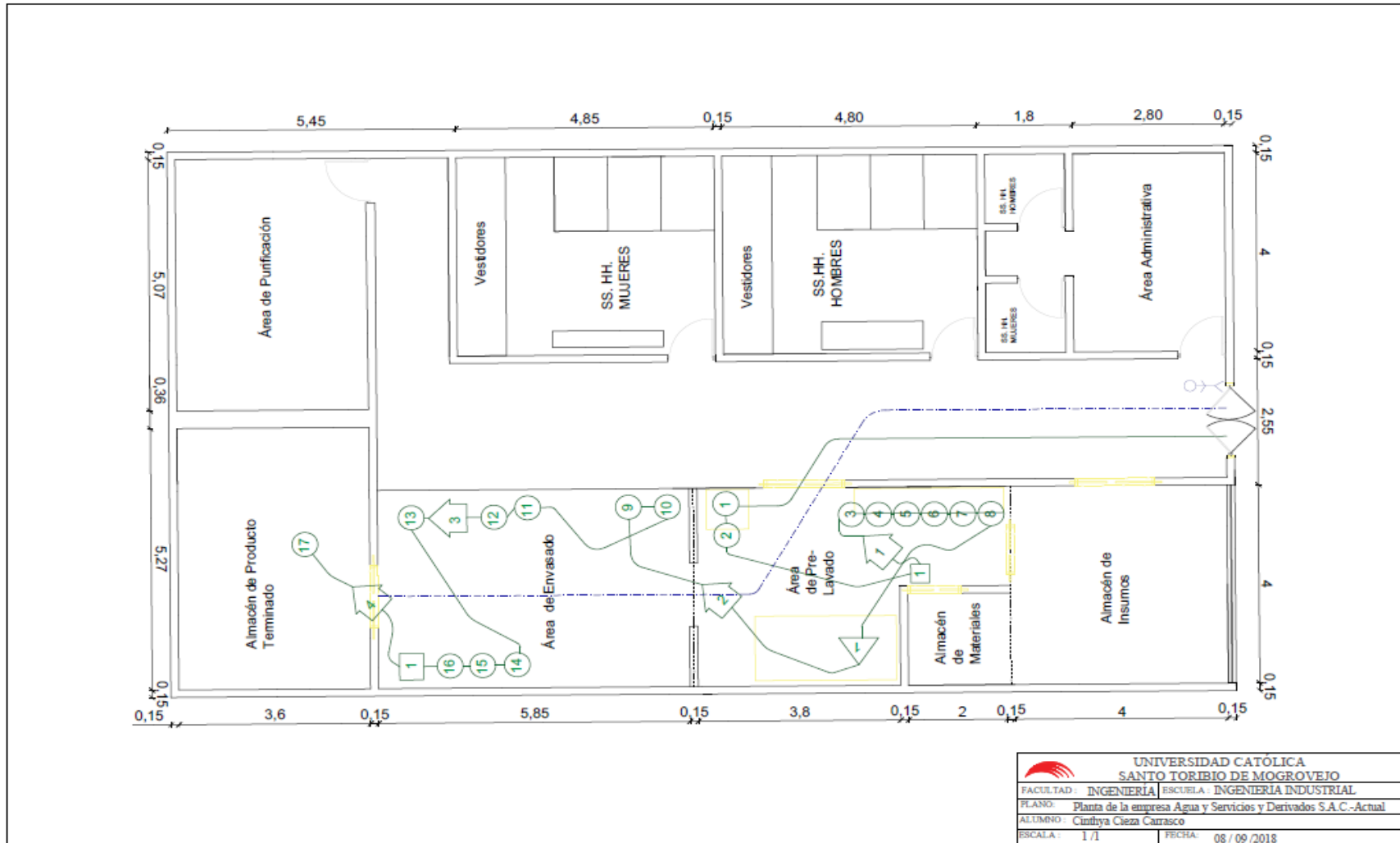
**Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.**


**Elaboración: Propia**

Por otro lado, se aprecia que la trayectoria para el despacho de los bidones no es la adecuada, ya que esta puede afectar la inocuidad del producto (línea punteada).

Según las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en procesamiento de alimentos [32] las instalaciones deben de ser diseñadas y construidas de manera que minimicen el riesgo de adulteración y riesgo de contaminación en el producto; es decir que las etapas de la elaboración del alimento no interfieran entre ellas y se evite los retrocesos productivos como se aprecia en este caso.

Asimismo, según la ley de inocuidad en el artículo 5 [33] obliga al proveedor a asegurarse que la elaboración del alimento se realice en locales que cumplan con los Principios Generales de Higiene del Codex Alimentarius.



 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO</b>			
FACULTAD:	INGENIERÍA	ESCUELA:	INGENIERÍA INDUSTRIAL
PLANO:	Planta de la empresa Agua y Servicios y Derivados S.A.C.-Actual		
ALUMNO:	Cynthia Cieza Carrasco		
ESCALA:	1/1	FECHA:	08 / 09 / 2018

**Figura 14. Diagrama de Recorrido del Proceso de agua de mesa en bidón de 20 L**

Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

Elaboración: Propia

### 3.2.5. Cuadro Resumen de Indicadores Actuales del Proceso

#### 3.2.5.1. Indicadores de Producción

##### a. Cuello de botella

De acuerdo al estudio de tiempos (anexo 14), en la tabla 24 se aprecia el promedio de las muestras, en la cual se observa que el cuello de botella es la actividad del pre-lavado manual del bidón (182,73 s).

**Tabla 24. Tiempos de producción promedio de las etapas del proceso**

<b>Etapas</b>	<b>Actividades</b>	<b>Promedio de las muestras (s)</b>
<b>Pre-lavado</b>	Despiece del bidón con caño	12,59
	Desarme del caño	4,61
	Lavado manual del caño	8,83
	Pre-lavado manual del bidón	<b>182,73</b>
	Armado del bidón	10,57
	Lavado de tapa	5,55
<b>Lavado</b>	Lavado automático del bidón	128,30
	Desinfección automática del bidón	40,67
<b>Envasado</b>	Llenado del bidón	21,12
	Tapado	15,50
	Sellado	11,24
	Etiquetado	52,09
	Codificado	16,37
<b>Almacenamiento</b>	Traslado a almacén	14,08
<b>Total</b>		<b>524,25</b>

Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

Elaboración: Propia

##### b. Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo está determinado por el conjunto de actividades que intervienen en el proceso desde que inicia hasta obtener el producto terminado, el cual está determinado por el cuello de botella, en este caso, es 182,73 s.

### c. Producción

Se determinó la producción mensual de la empresa considerando el tiempo de ciclo de 182,73 segundos y que la empresa tiene una jornada laboral de 8 horas de lunes a viernes cada uno a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Producción} = \frac{\text{tiempo base}}{\text{ciclo}}$$

$$\text{Producción} = \frac{\left(8\text{h} * 20 \frac{\text{días}}{\text{mes}}\right) * 60 \text{ min} * 60 \text{ s}}{182,73 \text{ s}} = 3\ 152 \text{ bidones/mes}$$

Sin embargo, la empresa actualmente produce en promedio 2 185 bidones mensuales entre venta de bidones y recargas como se aprecia en la tabla 25.

**Tabla 25. Cantidad mensual promedio de bidones envasados**

Año	Promedio de ventas mensual (und)	Promedio de recargas mensual (und)	Total (und)
2016	793	703	1 496
2017	927	880	1 807
2018	1 135	1 050	2 185

Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

Elaboración: Propia

### d. Capacidad de diseño

La capacidad de diseño se determinó considerando el cuello de botella del pre-lavado manual. Se obtuvo que al mes la embotelladora tiene la capacidad de producir 3 152 bidones de 20 L con agua de mesa.

### e. Capacidad Efectiva

Para determinar la capacidad efectiva de la empresa se tomó en cuenta las ventas y recargas realizadas desde el año 2016 hasta el 2018, donde se

identificó la mayor tasa de producción obtenido mensual como se muestra en la tabla 26.

**Tabla 26. Producción mensual de agua de mesa**

Mes	Producción (und/mes)		
	Año 2016	Año 2017	Año 2018
Enero	1 472	1 753	2 422
Febrero	1 506	<b>2 559</b>	<b>3 100</b>
Marzo	1 502	1 901	2 301
Abril	1 414	1 799	2 105
Mayo	1 396	1 753	2 036
Junio	1 370	1 700	2 059
Julio	1 395	1 695	2 066
Agosto	1 408	1 643	2 003
Septiembre	1 405	1 671	2 021
Octubre	1 404	1 698	2 055
Noviembre	1 555	1 712	2 096
Diciembre	<b>2 130</b>	1 801	1 965
<b>Total</b>	<b>17 957</b>	<b>21 685</b>	<b>26 229</b>

Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

Elaboración: Propia

Respecto al año 2016 la capacidad efectiva de la empresa fue 2 130 bidones de 20 L con agua de mesa en el mes de diciembre.

La capacidad efectiva en al año 2017 de la empresa fue 2 559 bidones de 20 L con agua de mesa en el mes de febrero.

En el 2018 la capacidad efectiva de la empresa fue 3 100 bidones de 20 L con agua de mesa en el mes de febrero.

#### **f. Capacidad Real**

De acuerdo a la tabla 26, la capacidad real se calculó realizando el promedio de la producción de todos los meses, la cual se muestra en la tabla 27.

**Tabla 27. Capacidad Real de la empresa**

Año	Capacidad Real (und/mes)
2016	1 496
2017	1 807
2018	2 185

Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

Elaboración: Propia

### g. Capacidad ociosa

Es el indicador que resulta de la diferencia entre capacidad de diseño y capacidad real, la cual se muestra en la tabla 28. Se muestra que en el año 2018 la capacidad ociosa fue 30, 68% de la capacidad de diseño.

**Tabla 28. Capacidad Ociosa de la empresa**

Año	Capacidad Ociosa (und/mes)
2016	1 656
2017	1 345
2018	967

Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

Elaboración: Propia

### h. Índice de Utilización

Este índice se calculó mediante la relación entre capacidad real (tabla 27) y la capacidad de diseño de la planta (ítem d). En la tabla 29 se muestra este índice desde el año 2016 hasta el año 2018.

$$\text{Utilización} = \frac{\text{capacidad real}}{\text{capacidad de diseño}}$$

**Tabla 29. Utilización de la empresa**

Año	Capacidad real (und/mes)	Capacidad de diseño (und/mes)	Utilización
2016	1 496	3 152	47,46 %
2017	1 807	3 152	57,33%
2018	2 185	3 152	69,32%

Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

Elaboración: Propia

### **i. Índice de Eficiencia**

La eficiencia se calculó mediante la relación entre capacidad real (tabla 27) y capacidad efectiva (tabla 26). En la tabla 30 se muestra la eficiencia de la planta desde el año 2016 hasta el año 2018, en la cual se evidencia que es 70,48%.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Capacidad real}}{\text{Capacidad efectiva}}$$

**Tabla 30. Eficiencia de la empresa**

<b>Año</b>	<b>Capacidad real (und/mes)</b>	<b>Capacidad efectiva (und/mes)</b>	<b>Eficiencia</b>
2016	1 496	2 130	70,23 %
2017	1 807	2 559	70,61%
2018	2 185	3 100	70,48%

**Fuente:** Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

**Elaboración:** Propia

### **3.2.5.2. Indicadores de Productividad**

#### **a. Productividad de materia prima**

En la tabla 31 se muestra la productividad de materia prima promedio; es decir los litros necesarios de agua de pozo para producir un bidón de 20 L con agua de mesa. Se aprecia que en el año 2018 no se aprovechó 19,36 % de materia prima.

**Tabla 31. Productividad de Materia Prima**

<b>Año</b>	<b>Productividad de Materia Prima</b>
2016	29 920 L de agua de mesa/ 38 896 L de agua de pozo* = 76,92 %
2017	36 140 L de agua de mesa / 46 078 L de agua de pozo* = 78,43%
2018	43 820 L de agua de mesa / 54 336 L de agua de pozo* = 80,64 %

**\*Denominador de la división obtenido por datos de la empresa aproximados**

**Fuente:** Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

**Elaboración:** Propia

## b. Productividad de Mano de Obra

Para calcular la productividad de recurso humano se tomó en cuenta la cantidad promedio de bidones envasados mensualmente (tabla 25) y la jornada laboral como se muestra en la tabla 32. Esta productividad ha aumentado en promedio 20,82% anual; es decir en promedio un operario produce 21 bidones de 20 L con agua de mesa por día.

**Tabla 32. Productividad de Mano de Obra**

<b>Año</b>	<b>Productividad de Mano de Obra</b>
<b>2016</b>	1 496 bidones de 20 L con agua de mesa/ 160 h mensuales* 5 op. = 1,87 bidones/hora*op
<b>2017</b>	1 807 bidones de 20 L con agua de mesa/ 160 h mensuales* 5 op. = 2,26 bidones/hora*op
<b>2018</b>	2 185 bidones de 20 L con agua de mesa / 160 h mensuales * 5 op. = 2,73 bidones/hora*op

**Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.**

**Elaboración: Propia**

## c. Productividad Económica

Es un indicador que se calculó en base a los costos de producción: costo de mano de obra, materiales directos e indirectos y auxiliares necesarios para producir una unidad de producto y la cantidad producida mensualmente.

### • Costo de materiales directos, indirectos y auxiliares

El costo de materiales directos, indirectos y auxiliares por venta de bidón de 20 L con agua de mesa es S/. 18,25 y por el servicio de recarga es S/.1,05 (etiqueta, precinto, cápsula linner y Código-Fecha) como se mostró en la tabla 15. El detalle de estos costos se muestra en la tabla 33.

**Tabla 33. Costo variable de Producción**

<b>Detalle</b>	<b>Costos variable de producción unitario por venta (S/.)</b>	<b>Costo variable de producción unitario por recarga (S/.)</b>
Materiales Directos	18,05	0,85
Materiales Indirectos	0,15	0,15
Materiales auxiliares	0,046	0,046
<b>Total</b>	<b>18,25</b>	<b>1,05</b>

Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

Elaboración: Propia

#### • Costo de Mano de Obra Directa

El salario del personal operativo es S/.806 mensual; es decir el costo de salario por hora es S/.5,04 laborando 40 horas semanales.

El costo de mano de obra por unidad se calculó dividiendo el salario por hora entre las unidades producidas por hora, siendo en este caso 13,70 bidones por hora.

En la tabla 34 se muestra que el costo de mano de obra directa por unidad es S/.1,84.

**Tabla 34. Salario del Personal Operativo**

<b>Personal Operativo</b>	<b>Costo de Salario por hora (S/.)</b>	<b>Costo de M.O. por unidad (S/.)</b>
Operario 1	5,04	0,37
Operario 2	5,04	0,37
Operario 3	5,04	0,37
Operario 4	5,04	0,37
Operario 5	5,04	0,37
<b>Total</b>	<b>25,19</b>	<b>1,84</b>

Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

Elaboración: Propia

#### • Costo de Mano de Obra Indirecta

La mano de obra indirecta está conformada por el jefe de producción, quién recibe un sueldo mensual de S/.1 250; es decir el costo de mano de obra indirecta por bidón aproximado es S/.0,57.

- **Costo de energía**

Respecto al consumo de energía se mencionó que el área productiva consume 14,4 kWh diario para producir 109 bidones diarios aproximadamente y que el costo de kWh es S/. 0,5804. Por ello, el costo de energía por bidón aproximado es S/0,08.

- **Costo agua**

El consumo promedio de agua ha sido 51,98 metros cúbicos mensuales. La tarifa de agua subterránea según la Superintendencia Nacional de Servicios y Saneamiento (SUNASS) [34] es S/. 2,482 por metro cúbico.

El recibo de agua promedio mensual fue de S/.130, lo que significa que el costo de agua por bidón es S/. 0,062.

En la tabla 35 se muestra el costo unitario de producción por bidón tanto para venta como para recarga.

**Tabla 35. Costo unitario de producción por venta y recarga**

Datos	Material Directo (S/.)	Material Indirecto (S/.)	Material Auxiliar (S/.)	Costo agua (S/.)	Costo energía (S/.)	Costo M.O.D. y M.O.I. (S/.)	Total Costo (S/.)
Venta	18,05	0,15	0,046	0,062	0,08	2,41	20,80
Recarga	0,85	0,15	0,046	0,062	0,08	2,41	3,60

**Fuente:** Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

**Elaboración:** Propia

Considerando los costos mostrados en la tabla 35 y que la venta mensual promedio ha sido 1 135 bidones de 20 L con agua de mesa en el 2018; es decir, menor a la producción por las devoluciones que se presentan se obtuvo que la productividad económica es 0,048 unidades por cada nuevo sol.

**Tabla 36. Costo de Producción Total por venta mensual**

<b>Venta mensual (und)</b>	<b>Costo de materiales (S/.)</b>	<b>Costo agua (S/.)</b>	<b>Costo energía (S/.)</b>	<b>Costo M.O.D y M.O.I. (S/.)</b>	<b>Costo Total (S/.)</b>
1 135	20 713,75	70,37	90,80	2 735,35	23 610,27

Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

Elaboración: Propia

$$\text{Productividad económica} = \frac{1\ 135}{23\ 610,27} = 0,048 \text{ und/nuevo sol}$$

Respecto al servicio de recargas se obtuvo una productividad económica de 0,28 unidades por cada nuevo sol, considerando en promedio que fueron 1 050 bidones de 20 L con agua de mesa como se muestra en la tabla 37.

**Tabla 37. Costo de Producción Total por recarga mensual**

<b>Recarga mensual (und)</b>	<b>Costo de materiales (S/.)</b>	<b>Costo agua (S/.)</b>	<b>Costo energía (S/.)</b>	<b>Costo M.O.D y M.O.I. (S/.)</b>	<b>Costo Total (S/.)</b>
1 050	1 108,8	65,47	84,48	2 544,96	3 803,71

Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

Elaboración: propia

$$\text{Productividad económica} = \frac{1\ 050}{3\ 803,71} = 0,28 \text{ und/nuevo sol}$$

#### **d. Eficiencia física**

Para la elaboración de un bidón de 20 L con agua de mesa se requiere de 24,8 L de agua de pozo aproximadamente obteniendo una eficiencia física de 80 %; es decir se pierde un 19,35%.

$$\text{Eficiencia física} = \frac{\text{salida de agua de mesa por bidón}}{\text{entrada de agua de pozo por bidón}} * 100$$

$$\text{Eficiencia física} = \frac{20 \text{ L/bidón}}{24,8 \text{ L agua de pozo/ bidón}} * 100 = 80,65\%$$

#### e. Eficiencia económica

Este indicador representa la relación entre el total de ingresos obtenidos y total de egresos por vender una unidad.

Respecto a la venta de bidón el ingreso es S/.30 y su costo unitario de producción es S/.20,80; es decir, la eficiencia económica muestra que por cada sol invertido existe una ganancia de S/. 0,44.

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{\text{S/. 30,00/bidón}}{\text{S/. 20,80/ bidón}} = 1,44$$

La eficiencia económica para el servicio de recargas muestra que por cada sol invertido existe una ganancia de S/.1,78.

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{\text{S/. 10,00/bidón}}{\text{S/. 3,60/ bidón}} = 2,78$$

#### 3.2.5.3. Indicadores logísticos y de nivel de servicio

Para obtener los indicadores logísticos se analizaron los datos desde el año 2016 hasta el año 2018.

##### a. Pedidos no atendidos

Durante este periodo, se observa que en promedio se solicitaron 1 134 bidones de 20 L con agua mesa para ventas, de los cuales se despacharon 854. Esto se debe a que en promedio 279 pedidos mensuales no son atendidos (24,60%) generando una utilidad no percibida mensual promedio de S/.2 572,79 como se aprecia en la tabla 38.

$$\% \text{ pedidos no atendidos} = \frac{279}{1\ 134} = 24,60\%$$

## **b. Nivel de servicio**

Se calculó el nivel de servicio desde el año 2016 al año 2018, teniendo en cuenta que fueron en promedio 854 bidones de agua de mesa vendidos mensualmente y que 279 pedidos en promedio mensual no fueron atendidos, se obtiene un nivel de servicio de 75,39 %.

$$\% \text{ nivel de servicio} = \frac{1\ 134 - 279}{1\ 134} = 75,39\%$$

## **c. Entrega a tiempo**

El 90 % de los 854 pedidos entregados al cliente se entregaron en la hora pactada, lo cual refleja el proceso de distribución no es eficaz.

$$\% \text{Entrega a Tiempo} = \frac{768}{854} = 90\%$$

**Tabla 38. Pedidos no atendidos por venta desde el año 2016 hasta el año 2018**

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Pedidos atendidos (und)</b>	<b>Pedidos no atendidos (und)</b>	<b>Utilidad no percibida (S/.)</b>
2016	Enero	670	295	2 714,39
	Febrero	680	288	2 649,98
	Marzo	650	281	2 585,57
	Abril	600	268	2 465,96
	Mayo	680	262	2 410,75
	Junio	610	259	2 383,14
	Julio	682	265	2 438,35
	Agosto	710	266	2 447,55
	Septiembre	607	272	2 502,76
	Octubre	688	276	2 539,57
	Noviembre	740	281	2 585,57
	Diciembre	1 025	290	2 668,39
2017	Enero	800	310	2 852,41
	Febrero	1 100	288	2 649,98
	Marzo	880	284	2 613,18
	Abril	820	268	2 465,96
	Mayo	834	269	2 475,16
	Junio	780	267	2 456,76
	Julio	810	265	2 438,35
	Agosto	732	265	2 438,35
	Septiembre	750	261	2 401,55
	Octubre	820	279	2 567,17
	Noviembre	792	291	2 677,59
	Diciembre	840	301	2 769,60
2018	Enero	1 130	319	2 935,22
	Febrero	1 430	308	2 834,01
	Marzo	1 200	285	2 622,38
	Abril	990	277	2 548,77
	Mayo	961	276	2 539,57
	Junio	969	267	2 456,76
	Julio	998	266	2 447,55
	Agosto	924	273	2 511,96
	Septiembre	952	272	2 502,76
	Octubre	966	278	2 557,97
	Noviembre	982	288	2 649,98
	Diciembre	971	306	2 815,61
<b>Total</b>		<b>30 773</b>	<b>10 066</b>	<b>92 620,60</b>
<b>Promedio Mensual</b>		<b>854</b>	<b>279</b>	<b>2 572,79</b>

**Fuente:** Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

**Elaboración:** Propia

#### d. Devoluciones de pedido por venta

El costo total por devolución de pedido por venta de bidón es S/.13,20, ya que se pierde el costo de atender un pedido solicitado (S/.9,20), el cual se mostró en la tabla 38 más el costo de reproceso promedio de S/.4 generando que la utilidad final obtenida sea menor como se muestra en la tabla 39.

**Tabla 39. Costo de devolución por venta de bidón**

<b>Precio de venta (S/.)</b>	<b>Costo inicial (S/.)</b>	<b>Costo de devolución (S/.)</b>	<b>Costo final (S/.)</b>	<b>Utilidad final (S/.)</b>	<b>Pérdida Económica (S/.)</b>
30	20,80	4	24,80	5,20	13,20

**Fuente:** Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

**Elaboración:** Propia

Las devoluciones de pedido promedio mensual que se registraron en este periodo fue 97 bidones generando una utilidad no percibida promedio mensual de S/. 388 como se visualiza en la tabla 40.

Por lo tanto, existe un 10,20 % de devoluciones mensuales, considerando que en promedio se vendieron 854 bidones de 20 L con agua de mesa.

$$\% \text{ devoluciones} = \frac{97}{854 + 97} = 10,20 \%$$

#### e. Entrega perfecta

Este indicador tiene el objetivo de controlar la cantidad de órdenes entregadas sin errores. El porcentaje de entregas perfectas de Agua y Servicios y Derivados S.A.C., se ve afectado por la cantidad de devoluciones de pedido por venta, siendo este 89,80%.

$$\% \text{ entrega perfecta} = \frac{951 - 97}{951} = 89,80\%$$

**Tabla 40. Devoluciones de pedidos por venta desde el año 2016 hasta el año 2018**

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Devoluciones de pedido (und)</b>	<b>Utilidad no percibida (S/.)</b>
2016	Enero	102	408
	Febrero	101	404
	Marzo	102	408
	Abril	100	400
	Mayo	92	368
	Junio	93	372
	Julio	95	380
	Agosto	98	392
	Septiembre	98	392
	Octubre	96	384
	Noviembre	95	380
	Diciembre	100	400
2017	Enero	103	412
	Febrero	99	396
	Marzo	101	404
	Abril	94	376
	Mayo	98	392
	Junio	98	392
	Julio	95	380
	Agosto	98	392
	Septiembre	89	356
	Octubre	98	392
	Noviembre	98	392
	Diciembre	101	404
2018	Enero	102	408
	Febrero	100	400
	Marzo	96	384
	Abril	95	380
	Mayo	97	388
	Junio	92	368
	Julio	94	376
	Agosto	99	396
	Septiembre	96	384
	Octubre	89	356
	Noviembre	91	364
	Diciembre	101	404
<b>Total</b>		<b>3 496</b>	<b>12 476</b>
<b>Promedio Mensual</b>		<b>97</b>	<b>388</b>

**Fuente:** Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

**Elaboración:** Propia

## f. Devoluciones en el servicio de recarga

Los bidones utilizados para el servicio de recargas, se llegan a reutilizar 15 veces aproximadamente por la empresa. Sin embargo, se ha registrado devoluciones durante el proceso antes de que se reutilice la cantidad de veces establecida.

En promedio se dejó de reutilizar 8 veces menos de lo establecido por la empresa ocasionando que se deje de percibir S/.51,20 por bidón como se muestra en la tabla 41.

**Tabla 41. Utilidad no percibida por recarga de un bidón**

<b>Cantidad de veces reutilizado establecido (S/.)</b>	<b>Utilidad Proyectada por bidón (S/.)</b>	<b>Cantidad de veces que no se ha reutilizado promedio (S/.)</b>	<b>Utilidad percibida por bidón (S/.)</b>	<b>Utilidad no percibida por bidón (S/.)</b>
15	96	8	44,80	51,20

**Fuente:** Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

**Elaboración:** Propia

En la tabla 42, se aprecia que en promedio hubo 33 devoluciones mensuales en el proceso ocasionando que la utilidad promedio mensual no percibida sea de S/. 1 678.

**Tabla 42. Devoluciones por recarga desde el año 2016 hasta el año 2018**

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Devoluciones por recarga (und)</b>	<b>Utilidad no percibida (S/.)</b>
2016	Enero	34	1 740,80
	Febrero	33	1 689,60
	Marzo	32	1 638,40
	Abril	30	1 536,00
	Mayo	31	1 587,20
	Junio	35	1 792,00
	Julio	35	1 792,00
	Agosto	31	1 587,20
	Septiembre	30	1 536,00
	Octubre	30	1 536,00
	Noviembre	36	1 843,20
	Diciembre	30	1 536,00
2017	Enero	39	1 996,80
	Febrero	40	2 048,00
	Marzo	31	1 587,20
	Abril	30	1 536,00
	Mayo	32	1 638,40
	Junio	30	1 536,00
	Julio	31	1 587,20
	Agosto	32	1 638,40
	Septiembre	31	1 587,20
	Octubre	30	1 536,00
	Noviembre	30	1 536,00
	Diciembre	35	1 792,00
2018	Enero	40	2 048,00
	Febrero	44	2 252,80
	Marzo	32	1 638,40
	Abril	30	1 536,00
	Mayo	28	1 433,60
	Junio	36	1 843,20
	Julio	31	1 587,20
	Agosto	30	1 536,00
	Septiembre	30	1 536,00
	Octubre	32	1 638,40
	Noviembre	34	1 740,80
	Diciembre	35	1 792,00
<b>Total</b>		<b>1 180</b>	<b>60 416</b>
<b>Promedio Mensual</b>		<b>33</b>	<b>1 678,22</b>

Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

Elaboración: Propia

En la tabla 43 se muestra en resumen los indicadores de producción, productividad y logísticos desarrollados en el diagnóstico.

**Tabla 43. Resumen de Indicadores Actuales**

<b>Indicadores</b>	<b>Antes de la Mejora</b>
<b>Indicadores de Producción</b>	
Tiempo estándar	524,25
Producción	109 bidones/día
Cuello de botella	182,73
Capacidad de diseño	3 152 bidones/mes
Capacidad efectiva	3 100 bidones/mes
Capacidad real	2 185 bidones/mes
Capacidad ociosa	967 bidones/mes
Índice de Utilización	69,32%
Índice de Eficiencia	70,48 %
<b>Indicadores de Productividad</b>	
Productividad de materia prima	80,64%
Productividad de mano de obra	2,73 bidones/h.op.
Productividad económica (ventas)	0,048 und/nuevo sol
Productividad económica (recargas)	0,28 und/nuevo sol
Eficiencia económica (ventas)	1,44
Eficiencia económica (recargas)	2,78
<b>Indicadores Logísticos</b>	
Pedidos no atendidos	24,60%
Devoluciones	10,20 %
Entregas perfectas	89,80%
Nivel de servicio	75,39%
<b>Elaboración: Propia</b>	

### **3.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS**

#### **3.3.1. Análisis y Evaluación de la información del proceso**

Actualmente, la empresa realiza una producción de 2 185 bidones mensuales, de manera empírica. El personal operativo realiza 13 bidones por hora aproximadamente, cantidad que ha ido aumentando en promedio 21,05 % anual respecto al año 2016.

Se identificó que el 27,27% de las actividades son improductivas al realizar el DAP (figura 13); es decir 27,68 segundos no agregan valor al proceso debido a

los transportes que se realizan con una distancia total de 11,7 m y 15 segundos en demora.

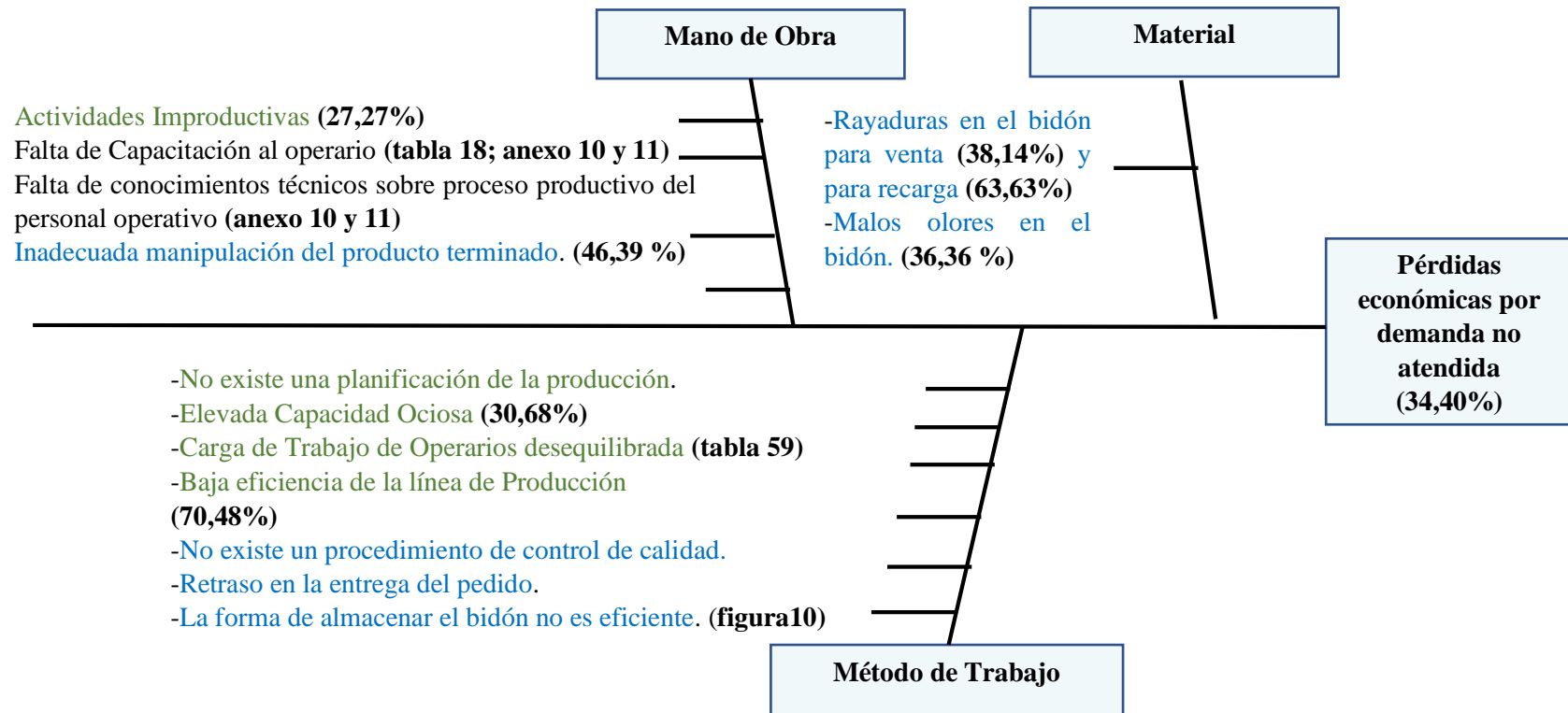
En el estudio de tiempos del proceso productivo, se identificó que el cuello de botella es la operación de pre-lavado manual de bidones (182,73 segundos). Por ello, la capacidad de diseño mensual de la empresa es 3 152 bidones.

Sin embargo; la eficiencia promedio anual de la empresa ha sido 70,48%, lo cual significa que la capacidad ociosa de la empresa representa un 30,68%.

También se realizó al diagrama de recorrido, en el cual se muestra que la trayectoria para despachar los bidones hacia la minivan, no es la adecuada ya que recorre las áreas de envasado y prelavado, lo cual puede afectar a la inocuidad del producto y del proceso.

Por otro lado, se evidenció que el 24,60% de los pedidos solicitados por venta no son atendidos, el 10% de los que se entregan son fuera de tiempo establecido y que el 10,20% de los pedidos son devueltos, lo cual genera un costo de reproceso. Y en el caso de servicio de recargas, son 33 bidones en promedio mensual que son devueltos en el proceso originando que no sean aprovechados.

En la figura 15 se muestra el diagrama de Ishikawa de las pérdidas económicas que tiene la empresa por no contar con un sistema productivo eficaz: pedidos no atendidos, devoluciones de pedido por venta y por recargas en el proceso productivo, las cuales representan un 34,40%.



**Figura 15. Diagrama de Ishikawa de las causas de las pérdidas económicas de Agua y Servicios y Derivados S.A.C.**  
Elaboración: Propia

Los ítems descritos en la figura 15, se encuentran de diferente color para especificar cuál es la causa que le pertenece a los pedidos no atendidos (verde) y a devoluciones (azul). El ítem de color negro significa que la causa le pertenece a ambos.

### 3.3.2. Cuadro de Problemas, Causas y Pérdidas

En la tabla 44 se muestra que la pérdida económica promedio mensual que la empresa Agua y Servicios y Derivados S.A.C. ha tenido desde su inicio de actividad ha sido S/. 4 639,09, lo cual representa un 34,40% de las utilidades mensuales.

**Tabla 44. Resumen de las Pérdidas Económicas**

<b>Problema</b>	<b>Causas</b>	<b>Pérdida Económica Promedio Mensual (S/.)</b>
Pérdidas económicas por demanda no atendida	Pedidos no atendidos	2 572,42
	Costo de reproceso por devoluciones (ventas)	388,44
	Devoluciones por recarga en proceso	1 678,22
<b>Total</b>		<b>4 639,09</b>

**Elaboración: Propia**

Respecto a las ventas, la utilidad promedio mensual desde año 2016 hasta el año 2018 ha sido S/. 7 865,39. Por causa de los pedidos no atendidos y devoluciones la empresa está dejando de percibir una utilidad neta de S/. 2 960,42 mensuales, lo cual representa un 63,81% de pérdida económica.

Mientras que, en el servicio de recargas, la utilidad promedio mensual desde el año 2016 hasta el año 2018 ha sido S/. 5 631,93 debido a bidones desvultos en el proceso la empresa deja de percibir S/.1 678,22 mensual, lo cual representa un 36,19% de pérdida económica.

### **3.3.3. Problemas, Causas y Propuestas de Solución en el Sistema de Producción**

A partir del diagnóstico realizado en la empresa Agua y Servicios y Derivados S.A.C. y el diagrama de Ishikawa (figura 15), las pérdidas económicas que se registraron desde el año 2016 hasta el año 2018 se debió a lo siguiente:

#### **3.3.3.1. Problema de producción 1: Pedidos no atendidos**

- **Causas**

La empresa no atiende en promedio 279 pedidos mensuales como se visualizó en la tabla 38, las causas son:

- 1) Demora en el proceso productivo por la existencia de actividades improductivas como se mostró en el DAP (figura 13), las cuales representan un 27,27%.
- 2) Planificación empírica de la producción y baja eficiencia de la línea de producción (70,48%).
- 3) Devoluciones de pedido porque el bidón se encuentra defectuoso.
- 4) Existencia de una elevada capacidad ociosa en planta de producción (30,68 %).
- 5) Carga de trabajo de operarios no equilibrada (tabla 58).
- 6) Falta de capacitación al personal operativo y de conocimientos técnicos sobre el proceso productivo (tabla 18 y anexo 10 y 11).

En la tabla 45, se muestra que el 65,23% de los pedidos no atendidos fue por demora en el lead time del proceso productivo (1); es decir no puede producir más ya que su productividad de mano de obra aproximada es 109 bidones diarios y planificación empírica generando una utilidad promedio no percibida de S/.1 679.

El otro 34,77% se da por devoluciones de pedido (2) generando una utilidad promedio mensual no percibida de S/.893, 42.

**Tabla 45. Utilidad no percibida por pedidos no atendidos**

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Pedidos no atendidos 1 (und)</b>	<b>Pedidos no atendidos 2 (und)</b>	<b>Utilidad no percibida 1 (S/.)</b>	<b>Utilidad no percibida 2 (S/.)</b>
2016	Enero	193	102	1 775,60	938,40
	Febrero	187	101	1 720,40	929,20
	Marzo	179	102	1 646,80	938,40
	Abril	168	100	1 545,60	920,00
	Mayo	170	92	1 564,00	846,40
	Junio	166	93	1 527,20	855,60
	Julio	170	95	1 564,00	874,00
	Agosto	168	98	1 545,60	901,60
	Septiembre	174	98	1 600,80	901,60
	Octubre	180	96	1 656,00	883,20
	Noviembre	186	95	1 711,20	874,00
	Diciembre	190	100	1 748,00	920,00
2017	Enero	207	103	1 904,40	947,60
	Febrero	189	99	1 738,80	910,80
	Marzo	183	101	1 683,60	929,20
	Abril	174	94	1 600,80	864,80
	Mayo	171	98	1 573,20	901,60
	Junio	169	98	1 554,80	901,60
	Julio	170	95	1 564,00	874,00
	Agosto	167	98	1 536,40	901,60
	Septiembre	172	89	1 582,40	818,80
	Octubre	181	98	1 665,20	901,60
	Noviembre	193	98	1 775,60	901,60
	Diciembre	200	101	1 840,00	929,20
2018	Enero	217	102	1 996,40	938,40
	Febrero	208	100	1 913,60	920,00
	Marzo	189	96	1 738,80	883,20
	Abril	182	95	1 674,40	874,00
	Mayo	179	97	1 646,80	892,40
	Junio	175	92	1 610,00	846,40
	Julio	172	94	1 582,40	864,80
	Agosto	174	99	1 600,80	910,80
	Septiembre	176	96	1 619,20	883,20
	Octubre	189	89	1 738,80	818,80
	Noviembre	197	91	1 812,40	837,20
	Diciembre	205	101	1 886,00	929,20
<b>Total</b>		<b>6 570</b>	<b>3 496</b>	<b>60 444</b>	<b>32 163,20</b>
<b>Promedio Mensual</b>		<b>182</b>	<b>97</b>	<b>1 679</b>	<b>893,42</b>

**Fuente:** Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

**Elaboración:** Propia

- **Propuestas de Mejora:**

- 1) Aplicación de la medición de trabajo para estandarizar las actividades del proceso productivo y reducir el tiempo de lead time de entrega de producto terminado.
- 2) Equilibrar las cargas de trabajo aplicando el balanceo de línea y así aumentar la eficiencia de la línea productiva.
- 3) Realizar un pronóstico de demanda para ajustar la producción a la demanda.
- 4) Establecer un programa de capacitación para brindar mayor conocimiento al personal operativo y aumentar su productividad.
- 5) Desarrollar una planeación agregada de la producción para fijar horarios de trabajo, cantidad a producir y contar con un stock de seguridad frente a fluctuaciones en la demanda.
- 6) Diseñar una información A3 para involucrar al personal operativo en la solución de problemas del proceso productivo.
- 7) Diseñar una guía de trabajo para el área de ventas para tener un mayor control en la solicitud de pedidos y otro para el área de producción y almacenamiento para saber con exactitud la disponibilidad de bidones para la venta (anexo 16).

### **3.3.3.2. Problema de producción 2: Devoluciones de pedido por venta**

- **Causas:**

En la empresa se presenta en promedio 97 devoluciones de pedido mensuales como se visualizó en la tabla 40, las causas son:

- 1) No existe un procedimiento de control de calidad, el cual explique el método de trabajo que debe de existir a lo largo del proceso productivo.
- 2) Defectos en el producto terminado por rasguños o rayaduras y goteo.
- 3) Retraso en la entrega del producto terminado.

- 4) Falta de capacitación al personal para que realice una adecuada manipulación del producto terminado en el proceso productivo y de distribución.
- 5) La forma de almacenar y transportar el bidón no es eficiente (figura 10).

En la tabla 46 se muestra la frecuencia de las causas de las devoluciones mensuales de ventas y el porcentaje que representa cada una de ellas, siendo la principal la inadecuada manipulación de producto terminado (causa 1,4 y 5).

**Tabla 46. Causas de las devoluciones de pedido por venta**

<b>Causas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Utilidad no percibida mensual (S/.)</b>
Rayaduras	37	38,14%	148
Retraso en la entrega	15	15,46%	60
Inadecuada Manipulación de producto terminado	45	46,39%	180
<b>Total</b>	<b>97</b>	<b>100%</b>	<b>388</b>

**Fuente:** Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

**Elaboración:** propia

- **Propuestas de Mejora:**

- 1) Desarrollar una información A3 para el personal operativo y de distribución con el fin de evitar daños físicos al bidón y al propio personal.
- 2) Diseñar una guía de trabajo, que explique el procedimiento a seguir en la verificación de calidad del producto.
- 3) Proponer la adquisición de pallets diseñados para bidones para facilitar el transporte de los bidones y disminuir el riesgo de que el producto se dañe.
- 4) Establecer un programa de capacitación al personal operativo y encargado de la distribución del producto.

### 3.3.3.3. Problema de producción 3: Devoluciones por recarga en el proceso productivo

- **Causas:**

En la empresa se presenta en promedio 33 devoluciones de recarga mensuales en el proceso productivo como se visualizó en la tabla 42, las causas son:

- 1) Defectos en el bidón por rayaduras.
- 2) Defectos en el bidón por malos olores, ya que son utilizados con diferentes fines por los clientes.
- 3) Falta de capacitación al personal operativo sobre el proceso productivo (tabla 18 y anexo 10 y 11).
- 4) Falta de control por el área de administración en el seguimiento del servicio de recargas.

En la tabla 47 se muestra la frecuencia de las causas de las devoluciones mensuales de recargas, así como el porcentaje que representa cada una de ellas, siendo la principal las rayaduras presentes en el producto terminado.

**Tabla 47. Causas de las devoluciones de pedido por recarga**

Causas	Frecuencia	Porcentaje (%)	Utilidad no percibida (S/.)
Rayaduras	21	63,63%	1 075,2
Malos olores	12	36,36%	614,40
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>100%</b>	<b>1 689,6</b>

**Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.**

**Elaboración: Propia**

- **Propuestas de Mejora:**

- 1) Establecer un programa de capacitación al personal operativo.
- 2) Diseñar una información A3 para el personal operativo para facilitar la implementación de mejoras.

- 3) Diseñar un registro de verificación de conformidad de entrega y dar un plazo en el retorno del producto.

En la tabla 48 se muestra en resumen los problemas que afectan a la empresa con sus respectivas causas y propuestas de solución.

**Tabla 48. Resumen de los problemas, causas y propuestas de solución**

<b>Problemas</b>	<b>Causas</b>	<b>Propuesta de solución</b>
Pedidos no atendidos	Capacidad Ociosa elevada.	Estandarización de tiempos
	La carga de trabajo de personal operativo desequilibrada.	Balance de línea Pronóstico
	Falta de capacitación del personal operativo y de conocimientos técnicos.	Planeación agregada de producción Programa de capacitación al personal operativo
	Baja eficiencia de la línea de producción.	Información A3
Devoluciones de pedido por venta	No existe procedimiento de control de calidad en el proceso.	Guía de trabajo
	Inadecuado manejo de producto terminado.	Instructivo de Trabajo Programa de capacitación al personal operativo y de distribución.
	Falta de capacitación del personal operativo y de conocimientos técnicos.	Información A3
	Rayaduras	
	Retraso en la entrega	
Devoluciones de recarga en el proceso productivo	Falta de capacitación del personal operativo.	Guía de trabajo Información A3
	Rayaduras	Programa de capacitación al personal operativo
	Malos olores	

**Elaboración: Propia**

### **3.4. EVALUAR LAS HERRAMIENTAS DE SISTEMA DE PRODUCCIÓN**

Las herramientas de ingeniería que se van a aplicar para solucionar los problemas anteriormente mencionados se evaluaron a través de una matriz de ponderación de

problemas como se muestra en la tabla 49, la cual permite saber el grado de importancia de cada criterio para satisfacer la demanda.

Se determinaron valores para comparar los criterios considerados según la escala establecida por Vilar et al [35]:

- 1: Igualdad en importancia/preferencia
- 2: Mayor importancia/preferido
- 5: Significativamente más importante/preferido

**Tabla 49. Matriz de valorización de problemas**

<b>Criterios</b>	<b>Pedidos no atendidos</b>	<b>Devoluciones de pedido por venta</b>	<b>Devoluciones por recarga</b>	<b>Suma</b>	<b>Ponderación</b>
<b>Pedidos no atendidos</b>		2	5	7	53,84%
<b>Devoluciones de pedido por venta</b>	1		2	3	23,08%
<b>Devoluciones por recarga</b>	1	2		3	23,08%
<b>TOTAL</b>				<b>13</b>	<b>100%</b>

Fuente: J. Vilar, Gómez y M. Tejero, 1997 [35]

Elaboración: Propia

A partir de la tabla 49, se aprecia que el problema de mayor importancia son los pedidos no atendidos con un porcentaje de importancia de 53,84 % y que las devoluciones de pedido por venta y devoluciones por recarga representan un 23,08% cada uno.

En la tabla 50 se muestran las herramientas propuestas y su relación con la investigación.

De igual manera, para seleccionar la herramienta que solucione el problema de mayor importancia, se elaboró una matriz de ponderación y se asignó un puntaje a cada herramienta según la escala de importancia mostrada en la tabla 51.

**Tabla 50. Herramientas propuestas**

Herramienta	Descripción	Relación con la Investigación
Just in time (JIT)	Reduce niveles de inventario	✓
	Se evitan problemas de calidad	✓
	Aumenta eficiencia de la planta	✓
	Estandariza tiempos	✓
	Reduce tiempo de entrega	✓
	Minimiza pérdida por suministro obsoleto	X
	Permite una planificación óptima	✓
Estudio del trabajo	Estandarización de tiempos	✓
	Coopera con la planificación de producción	✓
	Beneficia área de control de calidad	✓
	Estudio de métodos	X
Balanceo de línea de producción	Maximizar producción	✓
	Maximiza eficacia	✓
	Disminuye tiempo ocioso entre cada estación de trabajo	✓
	Permite obtener producción planificada deseada	✓
Información A3	Involucra al personal operativo	✓
	Fomenta la mejora continua	✓
	Permite la resolución de problemas rápido	✓
Guía de trabajo	Organiza mejor forma de hacer el trabajo	✓
	Preserva conocimiento y experiencia	✓
	Mejora eficiencia como empresa	✓
	Previene errores humanos	✓

**Elaboración: Propia**

**Tabla 51. Escala de importancia**

Criterio	Escala
Muy importante	3
Importante	2
Poco importante	1
Nada importante	0

**Elaboración: Propia**

En la tabla 52 se muestra la asignación de la escala de importancia a cada herramienta teniendo en cuenta los criterios.

**Tabla 52. Matriz de asignación de puntajes**

Criterios	Herramientas				
	JIT	Estudio del trabajo	Balanceo de línea de producción	Información A3	Guía de Trabajo
<b>Pedidos no atendidos</b>	3	2	3	2	1
<b>Devoluciones de pedido por venta</b>	2	1	0	2	2
<b>Devoluciones por recarga</b>	0	1	0	2	2

Elaboración: Propia

Con los puntajes asignados a cada herramienta, se calculó el valor para cada una de ellas, al multiplicarlo con la ponderación de cada criterio obtenida en la tabla 50, los valores obtenidos se muestran en la tabla 53.

**Tabla 53. Matriz de ponderación**

Criterios	Ponderación	Herramientas				
		JIT	Estudio del trabajo	Balanceo de línea de producción	Información A3	Guía de Trabajo
<b>Pedidos no atendidos</b>	53,84%	1,62	1,08	1,62	1,08	0,54
<b>Devoluciones de pedido</b>	23,08%	0,46	0,23	0	0,46	0,46
<b>Devoluciones por recarga</b>	23,08%	0	0,23	0	0,46	0,46
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>2,08</b>	<b>1,54</b>	<b>1,62</b>	<b>2,00</b>	<b>1,46</b>

Elaboración: Propia

Según la matriz de ponderación se muestra que la herramienta más importante es el Just in time, seguido de la información A3 y balanceo de línea de producción.

Estos abarcan la mayoría de problemas que generan pérdidas económicas, a través de estas se busca mejorar la forma de trabajo y aumentar la cantidad de entregas perfectas, eliminando tiempos que no agregan valor al producto.

### 3.5. DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORA

#### 3.5.1. Desarrollo de Mejoras

##### 3.5.1.1. Mejora 1. Estandarización de tiempos

Se realizó un estudio de tiempos para determinar el tiempo estándar de las actividades que conforman el proceso productivo de acuerdo a tabla de General Electric (anexo 14), debido a que los tiempos de trabajo varían.

Por otro lado, el factor de calificación al operario se calculó según el sistema de calificación de Westinghouse (figura 3) y criterio del observador.

En la tabla 54 se muestra que el factor de calificación que se usará es 0,84.

**Tabla 54. Determinación del factor de calificación al operario**

<b>Factores</b>	<b>Valor</b>	<b>Significado</b>
Habilidad	-0,05	Aceptable
Esfuerzo	-0,04	Aceptable
Condiciones	-0,03	Aceptable
Consistencia	-0,04	Deficiente
<b>Total</b>		<b>-0,16</b>
<b>Factor de calificación</b>		<b>0,84</b>

**Fuente:** G. Kanawaty, 1996 [20]

**Elaboración:** Propia

A partir de ello, se obtuvo el tiempo normal para la primera actividad del proceso productivo multiplicando el tiempo promedio por el factor de calificación.

Para determinar el tiempo estándar se empleó la siguiente fórmula:

$$\mathbf{Tiempo\ estandar} = \frac{\mathit{tiempo\ normal}}{1 - \mathit{factor\ de\ suplementos}}$$

Los suplementos por descanso considerados para el cálculo del tiempo estándar se muestran en la tabla 55.

**Tabla 55. Suplementos por descanso**

	<b>Suplementos</b>	<b>Valor</b>
A	Necesidades personales	5
B	Fatiga básica	4
C	Trabajo de pie	2
D	Postura anormal (inclinado)	2
E	Monotonía	2
F	Uso de fuerza	5

**Fuente: Organización Internacional del Trabajo**

**Elaboración: Propia**

En el anexo 15 se muestra el cálculo de los tiempos estándar de cada actividad del proceso.

Para lograr los tiempos estándar del proceso productivo, debe de existir una política de trabajo que pueda guiar las actividades que realizan los operarios hacia un objetivo,

Los nuevos tiempos de producción que tendría la empresa se muestran en la tabla 56, los cuales se emplearán para el balanceo de línea.

**Tabla 56. Nuevos tiempos de producción**

<b>Etapas</b>	<b>N°</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tiempo estándar (s)</b>
<b>Pre-lavado</b>	1	Despiece del bidón con caño	12,44
	2	Desarme del caño	4,56
	3	Lavado manual del caño	8,73
	4	Pre-lavado manual del bidón	180,58
	5	Armado del bidón	10,21
	6	Lavado de cápsula linner	5,48
<b>Lavado</b>	7	Lavado semiautomático del bidón	123,88
	8	Desinfección semiautomática del bidón	39,27
<b>Envasado</b>	9	Llenado del bidón	20,39
	10	Tapado	15,51
	11	Sellado	10,85
	12	Etiquetado	54,70
	13	Codificado	15,81
<b>Almacenamiento</b>	14	Traslado a almacén	14,78
<b>Total</b>			<b>517,18</b>

**Elaboración: Propia**

En la tabla 57 se muestra el tiempo actual y estándar de todo el proceso productivo, donde se refleja una variación de 1,35 %; es decir el tiempo disminuye en 6,66 segundos.

**Tabla 57. Comparación entre tiempo actual de producción y tiempo estándar**

Producto	Tiempo Actual (S)	Tiempo Estándar (S)	Variación
Bidón de 20 L con agua de mesa	524,25	517,18	1,35%

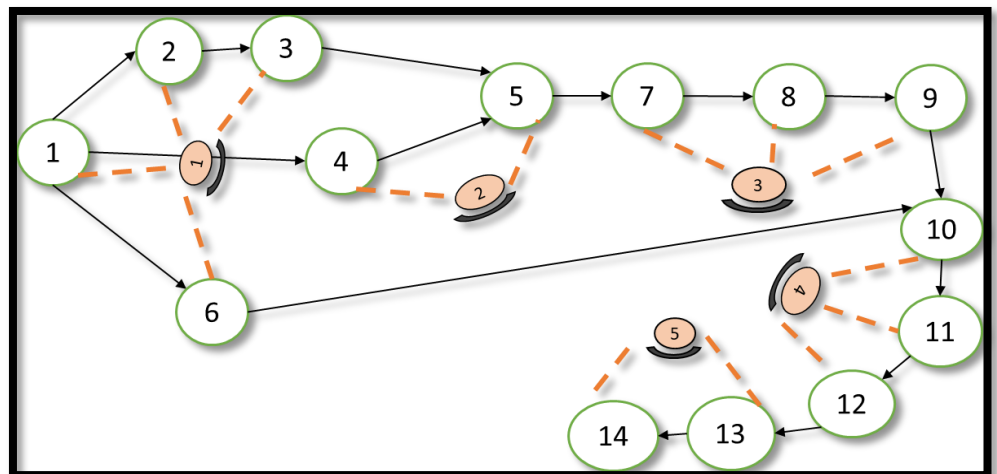
**Elaboración: Propia**

### 3.5.1.2. Mejora 2. Balanceo de línea

El balanceo de línea se aplicó con el fin de equilibrar las estaciones de trabajo; es decir que tengan aproximadamente la misma cantidad de tiempo de trabajo para disminuir el tiempo muerto.

Las secuencias de las etapas del proceso productivo con sus respectivos tiempos estándares se mostraron en la tabla 56.

El diagrama de precedencia con las actividades que realiza cada operario se muestra en la figura 16.



**Figura 16. Diagrama de Precedencia del proceso productivo**

**Elaboración: Propia**

En la tabla 58, se observa la carga de trabajo de cada operario en base al tiempo total de la actividad o actividades que opera.

Se aprecia que el operario 3 cuenta con mayor carga de trabajo con un 35,49%, seguido del operario 2 con 34,92 %, por lo que se reducirán redistribuyendo las actividades y balanceando las estaciones de trabajo.

**Tabla 58. Carga de trabajo por operario (%)**

<b>Operario</b>	<b>Tiempo total (s)*</b>	<b>Carga de Trabajo</b>
1	41,41	8,01 %
2	180,58	34,92%
3	183,54	35,49 %
4	81,06	17,67%
5	30,59	5,91%
<b>Total</b>	<b>517,18</b>	<b>100%</b>

\*Ver tabla 56 y figura 16

**Elaboración: Propia**

Para ello, primero se hallará el takt time tomando como referencia la producción de diciembre en el año 2018 de 1 965 unidades (tabla 27), donde la producción diaria fue de 97 unidades aproximadamente.

$$\text{Takt time} = \frac{\text{tiempo disponible}}{\text{producción diaria}}$$

$$\text{Takt time} = \frac{28\,800 \text{ segundos}}{97 \text{ unidades}} = 296,91$$

$$\text{Takt time} = 297 \text{ s/und}$$

Luego, se calculó el número de estaciones de trabajo dividiendo la cantidad de tiempo de todas las actividades entre takt time.

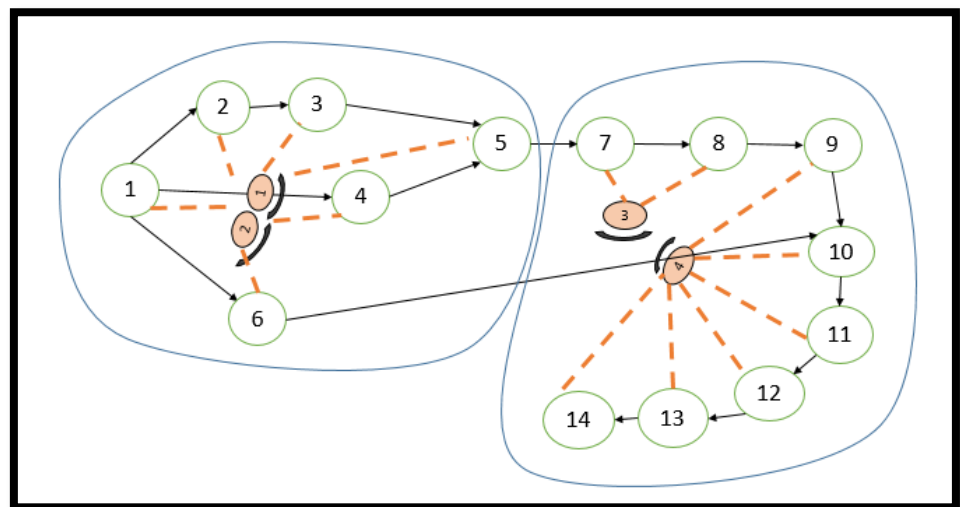
$$\text{n}^\circ \text{ estaciones} = \frac{525,85 \text{ s/und}}{297 \text{ s/und}} = 1,77$$

$$\text{n}^\circ \text{ estaciones} = 2$$

Asimismo, se comprobó que el ciclo real sea menor o igual al takt time.

$$\text{Ciclo real} = \frac{525,85 \text{ s/und}}{2} = 262,924 \text{ s/und}$$

De acuerdo a los resultados obtenidos, se obtiene que la línea de producción debe contar con 2 estaciones de trabajo. En la figura 17 se muestra la nueva agrupación de las actividades en dos estaciones de trabajo, una de 221,99 segundos (manual) y 295,18 segundos (semiautomático) respectivamente.



**Figura 17. Nueva distribución de actividades**

**Elaboración: Propia**

La primera estación contará con dos operarios que realizarán las actividades 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

Del mismo modo, la segunda estación contará con dos operarios, uno de ellos realizará el lavado y desinfectado semiautomático del bidón. El cuarto operario realizará las actividades de envasado y almacenamiento.

En la tabla 59 se muestra que será necesario 4 operarios con el fin de tener las nuevas cargas de trabajo equilibradas.

**Tabla 59. Nueva carga de trabajo (%)**

<b>Operario</b>	<b>Tiempo total (s)*</b>	<b>Carga de Trabajo</b>
1	110,99	21,46%
2	110,99	21,46%
3	163,14	31,55%
4	132,06	25,53%
<b>Total</b>	<b>517,18</b>	<b>100%</b>

\* Ver tabla 56 y figura 17

**Elaboración: Propia**

De acuerdo al balanceo de línea aplicado se aprecia que el nuevo cuello de botella será la actividad del operario 3 (163,14 segundos).

La nueva capacidad de producción que tendrá la planta se observa en la tabla 60, aumentará en 12 %.

**Tabla 60. Nueva capacidad de producción**

<b>Producto</b>	<b>Capacidad Diseñada Actual (und/mes)</b>	<b>Nueva Capacidad Diseñada (und/mes)</b>	<b>Variación</b>
Bidón con agua de mesa de 20 L	3 152	3 530	12%

**Elaboración: Propia**

Para determinar el grado de la mejora propuesta se calculó la eficiencia empleando la siguiente fórmula.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{tiempo total de las tareas}}{\text{n}^\circ \text{ estaciones} * \text{tiempo de ciclo}} * 100$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{517,18 \text{ s}}{2 * 295,18} * 100 = 87,60 \%$$

Asimismo, en la tabla 61 se muestra que la eficiencia del proceso aumenta en 17,12 %.

**Tabla 61. Nueva eficiencia de producción**

<b>Producto</b>	<b>Eficiencia Actual</b>	<b>Eficiencia Mejorada</b>	<b>Variación</b>
Bidón de 20 L con agua de mesa	70,48%	87,60 %	17,12%

**Elaboración: Propia**

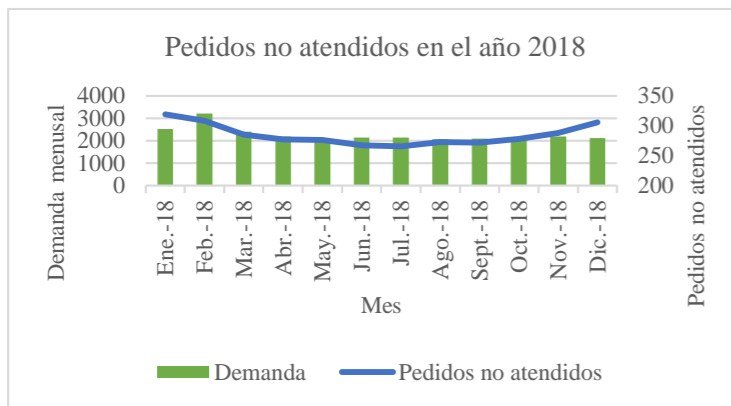
3.5.1.3. Mejora 3. Información A3

INFORME A3 - PARA LA RESOLUCIÓN DE PEDIDOS NO ATENDIDOS EN AGUA Y SERVICIOS Y DERIVADOS S.A.C.

1° Definición del Problema

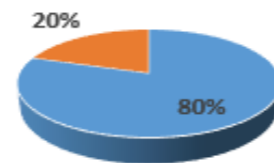
Producto: Agua de mesa en bidón de 20 L  
 Producción mensual promedio: 2 185 und  
 Productividad de M.O.: 21 bidones por operario diario  
 Cuello de botella: Prelavado Manual (182,73 s)

2° Situación actual



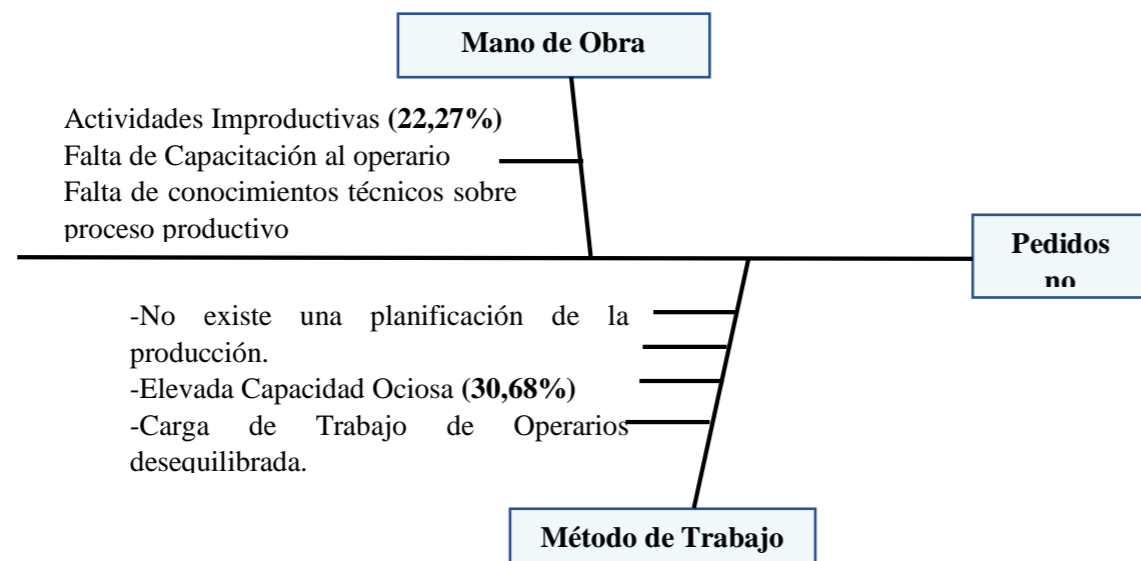
Capacidad de diseño	3 152 und/mes
Capacidad Efectiva	3 100 und/mes
Capacidad Real	2 185 und/mes
Capacidad Ociosa	967 und/mes

Conocimiento de Producción



El 80% del personal operativo no cuenta con los conocimientos técnicos necesarios para el proceso productivo.

3° Análisis de las Causas



4° Situación Objetivo

Aumentar productividad de M.O.	4,83 bidones/op.h
Disminuir capacidad ociosa	14,68 %
Mejorar nivel de servicio (%)	91,39%
Reducir pedidos no atendidos (%)	8,64%
Aumentar eficiencia de la planta	87,60%

5° Acciones de Mejora

Establecer Tiempo estándar		
Tiempo Actual (S)	Tiempo Estándar (S)	Variación
524,25	517,18	1,35%

Balancear las cargas de trabajo por operario		
Operario	Tiempo total (s)	Carga de Trabajo
1	110,99	21,46%
2	110,99	21,46%
3	163,14	31,55%
4	132,06	25,53%
<b>Total</b>	<b>517,18</b>	<b>100%</b>

Capacidad de diseño	3 530 und/mes
Capacidad Efectiva	3 089 und/mes
Capacidad Real	2 705 und/mes
Capacidad Ociosa	825 und/mes

- Producción ajustada de acuerdo a la demanda con un Stock de Seguridad: 58 bidones /mes
- Analizar los métodos de plan agregado de producción y establecer el óptimo.
- Realizar una guía de trabajo para área de almacén de P.T. y producción (anexo 16).

6° Plan de Acción

N°	Actividad	Meses												Responsable	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	Estudio de Tiempos														Jefe de Producción
2	Balanceo de línea														
3	Proyección de producción ajustada a la demanda														
4	Plan agregado de Producción														
5	Programa de Capacitación														

7° Seguimiento

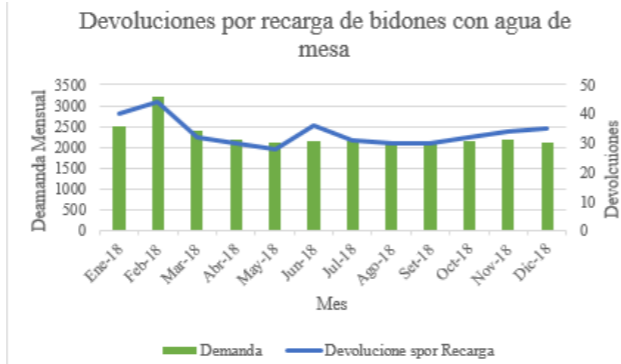
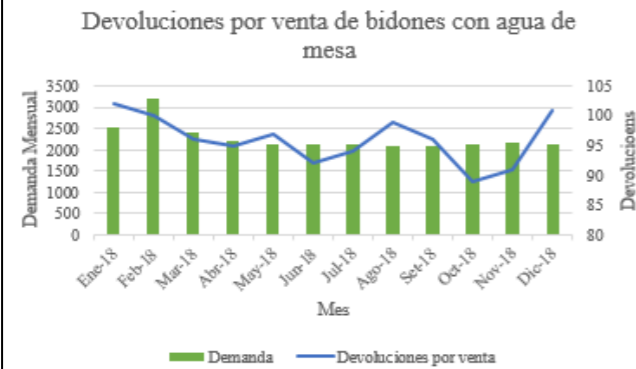
Evaluar diariamente la productividad de cada operario y analizar la eficiencia de la línea para seguir mejorando. Realizar evaluación de las capacitaciones para determinar su efectividad a través de los indicadores del programa de capacitación.

**INFORME A3 - PARA LA RESOLUCIÓN DE PEDIDOS DEVUELTOS EN AGUA Y SERVICIOS Y DERIVADOS S.A.C.**

**1° Definición del Problema**

Producto: Agua de mesa en bidón de 20  
 Producción mensual promedio: 2 185  
 Productividad de M.O.: 21 bidones por operario diario  
 El 41,95% de las pérdidas económicas por venta se debe a los pedidos no atendidos.

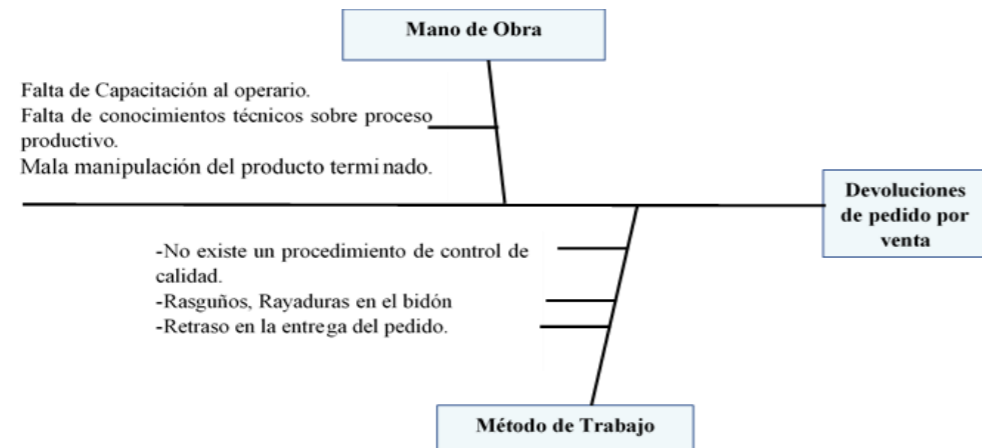
**2° Situación actual**



En promedio la empresa tiene en promedio 97 devoluciones de pedido de manera mensual, lo cual le genera una pérdida económica mensual promedio de **S/.388,44**. Existe **10,20%** de devoluciones y **89,80%** de entregas perfectas.

En promedio 33 bidones se deja de reutilizar 8 veces menos de lo establecido para el servicio de recargas, generando una utilidad no percibida mensual de **S/. 1 678,22**.

**3° Análisis de las Causas**



**4° Situación Objetiva**

Mejorar entrega perfecta (%)	95,63 %
Reducir devoluciones de pedido por venta (%)	4,34 %

**5° Acciones de Mejora**

**Instructivo de Manejo de Producto Terminado**

De acuerdo a la investigación de Ariel Perozzi, titulada “Problemática de la manipulación de bidones” [27]

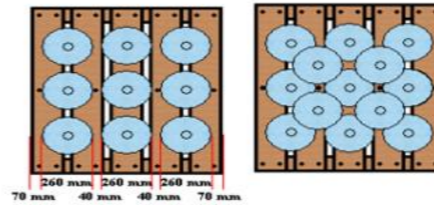


Figura 1. Forma correcta de almacenar bidones con agua purificada



Figura 2. Posición correcta de los pies



Figura 3. Posición correcta del cuerpo



Figura 4. Forma de levantar el bidón



Figura 5. Posición correcta de las manos al cargar bidón

**Adquisición de pallets para bidones**



- Diseñar guía de trabajo para verificar calidad de producto (anexo 16).
- Programa de Capacitación a personal operario y de distribución.

**6° Plan de Acción**

N°	Actividad	Meses												Responsable	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	Guía de Trabajo	█													Jefe de Producción
2	Programa de Capacitación	█		█				█		█					

**7° Seguimiento**

Evaluar mensualmente la curva de aprendizaje de cada operario y analizar la cantidad de devoluciones que existen mensualmente.  
 Realizar evaluación de las capacitaciones para determinar su efectividad.

#### **3.5.1.4. Mejora 4. Programa de Capacitación**

Se propone un programa de capacitación al personal, el cual permitirá el desarrollo de competencias a los trabajadores de la empresa y actualizar sus conocimientos sobre el proceso de producción, manipulación de equipos y manejo de materiales.

Para ello, se contará con SENATI, Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial.

De acuerdo al Código Internacional Recomendado de Prácticas - Principios Generales de Higiene de los Alimentos (CAC/RCP 1-1969, Rev. 3-1997) [36], en la sección X establece que el personal operario debe de recibir capacitación o instrucción para que realice sus funciones en condiciones higiénicas, ya que una persona representa una posible amenaza para la inocuidad de los productos alimenticios y que los programas de capacitación se deben revisar y actualizar periódicamente en caso necesario.

Asimismo, según la Ley de Productividad y Competitividad Laboral el empleador está obligado a capacitar al con el objetivo de mejorar su productividad y sus ingresos [37].



## **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL OPERATIVO**

### **EMPRESA AGUA Y SERVICIOS Y DERIVADOS S.A.C.**

#### **Objetivo general**

Establecer un programa de capacitaciones con el fin de aumentar los conocimientos y mejorar las habilidades de los trabajadores que laboran en el área de producción.

#### **Objetivos específicos**

- Especificar la cantidad de capacitaciones que se realizarán en el año, señalando los días y horas a desarrollarse.
- Determinar la institución responsable de desarrollar la capacitación a los trabajadores.

#### **Personal para capacitación**

Este programa de capacitación está dirigido a los 5 operarios de la empresa Agua y Servicios y Derivados S.A.C., distribuidos en las 4 etapas del proceso productivo.

**Tabla 1. Personal operativo por etapa del proceso productivo**

<b>ETAPA</b>	<b>CANTIDAD</b>
Pre-lavado	2
Lavado	1
Envasado	1
Almacenamiento	1
<b>Total</b>	<b>5</b>

### Perfil del personal

El personal operativo no cuenta con estudios técnicos.

### Metodología

Los temas propuestos para este programa se encuentran relacionados con la mejora continua de la producción, con el fin de contar con trabajadores más calificados y flexibles en la empresa.

La primera capacitación será impartida por el jefe de producción.

**Tabla 2. Charla realizada por jefe de producción**

Nº	Título de capacitación	Modalidad	Mes	Hora	Costo (S/.)
1	Prácticas de Higiene en el proceso productivo	Charla	Enero	1	120

Las dos siguientes capacitaciones será brindada por SENATI.

**Tabla 3. Capacitaciones realizadas por SENATI**

Programa de capacitación						
<b>Institución encargada:</b> SENATI						
<b>Horario:</b> Viernes de 1:00-3:00 pm						
<b>Duración:</b> 3 capacitaciones cada año						
Contenido Temático	Nº	Título de capacitación	Modalidad	Mes	Horas	Costo Total (S/.)
	1	Fundamentos técnicos del proceso de envasado de bidones	Curso	Marzo	2	800
	2	Herramientas de control visual en el proceso productivo	Curso	Abril	2	900
	3	Eficiencia y Mejora Continua del proceso productivo	Curso	Mayo	2	1 000

## Indicadores de Evaluación de desempeño

Se utilizará la matriz de indicadores para determinar los puntos a mejorar y el porcentaje de progreso luego de haber asistido a cada capacitación.

Estos indicadores propuestos se calcularán en forma de porcentaje y por grado de cumplimiento.

**Tabla 4. Indicadores del programa de capacitación**

<b>Actividad</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Meta</b>	<b>Frecuencia de medición</b>	<b>Responsable</b>
Cumplimiento del programa de capacitación	Número de capacitaciones realizadas/número de capacitaciones programadas x100	Porcentaje (%)	$\geq 85\%$	Anual	Administradora
Nivel de conocimiento adquirido en la capacitación	Puntaje obtenido/puntaje esperado x100	Porcentaje (%)	$\geq 85\%$	Semestral	Jefe de Producción

- **Cronograma del Programa de Capacitación**

A continuación, se presenta el cronograma a seguir para la programación anual de capacitaciones al personal operativo de la empresa.

**Tabla 62. Cronograma del Programa de Capacitación**

Actividad	Meses																	
	Enero				Febr.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio				Agosto	Sept.	Octub.	Nov.	Diciembre
	1°	2°	3°	4°						1°	2°	3°	4°					
Planificación																		
Charla 1																		
Capacitación 1																		
Capacitación 2																		
Capacitación 3																		
Evaluación de la capacitación																		
Seguimiento																		
Responsable	Gerente General																	

Elaboración: Propia

### 3.5.1.5. Mejora 5. Planeación agregada

- **Pronóstico**

Se pronosticó la demanda de bidones de 20 L con agua de mesa a partir de la demanda del año 2016, teniendo en cuenta que para la demanda del año 2018 se consideró solo su producción y para el año 2019 la demanda será el total de pedidos solicitados (la producción y los pedidos no atendidos) del año 2018 con el fin de ajustar la producción con la demanda.

En ese año, se solicitaron 28 446 pedidos entre ventas y recargas, de los cuales 25 148 fueron atendidos; es decir un 21, 49% de los pedidos por venta no se atendieron (tabla 38).

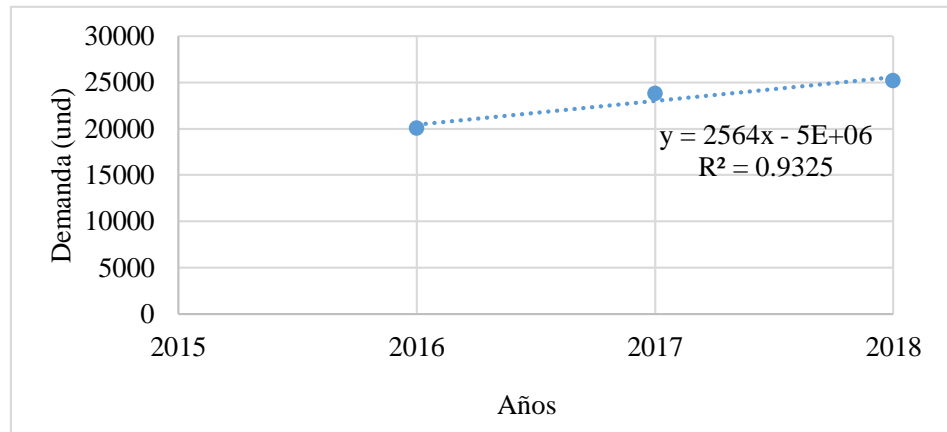
En la tabla 63 se muestra la cantidad de pedidos no atendidos desde el año 2016 hasta el año 2018 de la empresa Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

**Tabla 63. Demanda histórica de la empresa**

<b>Año</b>	<b>Demanda anual (und)</b>	<b>Producción anual (und)</b>	<b>Pedidos no atendidos anuales (und)</b>
2016	20 020	16 785	3 303
2017	23 779	20 513	3 348
2018	28 446	25 148	3 415

**Elaboración: Propia**

En la figura 18 se aprecia el diagrama de dispersión, que muestra el crecimiento de la de demanda anual que ha tenido la empresa desde el año 2016 al año 2018.La línea de tendencia es positiva y muestra un modelo lineal, razón por la que se utilizó el método de regresión lineal.



**Figura 18. Diagrama de Dispersión de la demanda histórica de la empresa**

**Elaboración: Propia**

Se aplicó el ajuste de mínimos cuadrados (anexo 17) para poder formar la ecuación de la recta.

En la tabla 64 se muestra la cantidad demandada de bidones de 20 L con agua de mesa para el año 2020 al año 2024.

**Tabla 64. Demanda proyectada de la empresa**

<b>Año</b>	<b>Demanda proyectada (und/año)</b>
2020	31 045
2021	33 799
2022	36 654
2023	39 308
2024	42 062

**Elaboración: Propia**

El cálculo de la proyección respecto a los meses de cada año se muestra en el anexo 18.

Para la aplicación de la planeación agregada, se tomó como base la demanda proyectada de bidones de 20 L con agua de mesa del año 2020 mostrada en la tabla 65.

**Tabla 65.Demanda Proyectada del año 2020**

<b>Año 2020</b>	<b>Demanda Proyectada (und/mes)</b>
Ene-20	2 831
Feb-20	3 512
Mar-20	2 706
Abr-20	2 498
May-20	2 424
Jun-20	2 450
Jul-20	2 455
Ago-20	2 394
Set-20	2 411
Oct-20	2 443
Nov-20	2 488
Dic-20	2 433
<b>Total</b>	<b>31 045</b>

**Elaboración: Propia**

En la tabla 66 se muestra la cantidad de horas necesarias para producir la cantidad solicitada para el año 2020, considerando que se trabaja 8 horas diarias y 20 días al mes y que el cuello de botella es 163,14 segundos, lo cual equivale a 0,05 horas.

**Tabla 66.Cantidad de horas requeridas para producir la demanda del año 2020**

<b>Meses</b>	<b>Demanda Proyectada (und)</b>	<b>Horas totales</b>	<b>Horas/und</b>	<b>Horas totales requeridas</b>	<b>Horas excedentes</b>
Ene-20	2 831	160	0,05	128	32
Feb-20	3 512	160	0,05	159	1
Mar-20	2 706	160	0,05	123	37
Abr-20	2 498	160	0,05	113	47
May-20	2 424	160	0,05	110	50
Jun-20	2 450	160	0,05	111	49
Jul-20	2 455	160	0,05	111	49
Ago-20	2 394	160	0,05	108	52
Set-20	2 411	160	0,05	109	51
Oct-20	2 443	160	0,05	111	49
Nov-20	2 488	160	0,05	113	47
Dic-20	2 433	160	0,05	110	50
<b>Total</b>	<b>31 045</b>	<b>1 920</b>		<b>1 407</b>	<b>513</b>

**Elaboración: Propia**

La demanda anual que se requiere es 31 045 bidones con agua de mesa de 20 L, para producirlo se requerirá de 1 407 horas al año; es decir habrá 513 horas excedentes, en promedio 2,14 horas diarias.

Por este motivo, se propone que la jornada laboral sea 7 horas diarias de lunes a viernes para disminuir esta cantidad de horas en promedio a 1,22 horas diarias como se muestra en la tabla 67, excepto el mes de febrero que seguirá con 8 horas diarias de trabajo.

**Tabla 67. Cantidad de horas excedentes con nueva jornada laboral**

Meses	Demanda Proyectada (und)	Horas totales	Horas /und	Horas totales requeridas	Horas excedentes
Ene-20	2 831	140	0,05	128	12
Feb-20	3 512	160	0,05	159	1
Mar-20	2 706	140	0,05	123	17
Abr-20	2 498	140	0,05	113	27
May-20	2 424	140	0,05	110	30
Jun-20	2 450	140	0,05	111	29
Jul-20	2 455	140	0,05	111	29
Ago-20	2 394	140	0,05	108	32
Set-20	2 411	140	0,05	109	31
Oct-20	2 443	140	0,05	111	29
Nov-20	2 488	140	0,05	113	27
Dic-20	2 433	140	0,05	110	30
<b>Total</b>	<b>31 045</b>	<b>1 920</b>		<b>1 407</b>	<b>293</b>

**Elaboración: Propia**

Respecto a las horas restantes se aprovechará para producir una cantidad adicional que represente un stock de seguridad de la empresa, para tareas de mantenimiento y para facilitar el cumplimiento del programa de capacitación.

Sin embargo; se aprecia que no todas las horas podrán ser aprovechadas por motivos internos que puedan surgir durante el proceso y que la empresa podría establecer otro turno de trabajo para aumentar sus ingresos. Por ello, se le recomendó a la empresa implementar una nueva línea de producción ampliar su participación en el mercado y sus utilidades netas. Pues, según INEI, el servicio de bebidas ha incrementado 2,56%, influenciado por los rubros de discotecas, cafeterías, bar restaurantes y bares [38].

- **Cálculo del Stock de Seguridad (SS)**

Se estableció un stock de seguridad con el fin de cubrir las fluctuaciones de la demanda. A partir de la tabla 65, se determinó que la demanda promedio mensual es 2 587 bidones de 20 L con agua de mesa y que la desviación estándar es 319 unidades.

Respecto al nivel de servicio, el cual está basado en la desviación estándar, se eligió contar con un 99%; es decir con un puntaje de 2,33 ya que mientras más alto sea el puntaje más probable cumplir con los pedidos.

También se tomó en cuenta el tiempo de espera promedio de abastecimiento de insumos de la empresa (tabla 16) considerando variabilidad en los plazos de entrega. Para ello, se ajustó la desviación estándar calculada para que coincida con el tiempo de espera mediante el siguiente cálculo:

$$SS = 2,33 * \sqrt{(0,75 * 299) + (2 587 * 0,15)}$$

$$SS = 58,35 = 59 \text{ unidades}$$

Esto significa que se debe de contar con un inventario de seguridad de 59 unidades para el año 2020. En la tabla 68 se muestra la desviación estándar y el stock de seguridad desde el año 2020 hasta el año 2024.

**Tabla 68. Cálculo de Stock de Seguridad**

<b>Año</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>Demanda Promedio Mensual</b>	<b>Stock de seguridad</b>
2020	319	2 587	59
2021	320	2 817	60
2022	320	3 055	62
2023	320	3 276	63
2024	320	3 505	64

**Elaboración: Propia**

Para determinar el costo del plan agregado de producción con una jornada laboral de 7 h se consideró los datos de la tabla 69.

**Tabla 69. Datos de Producción**

<b>Descripción</b>	<b>Datos</b>
Producción diaria por operario (7 h)	33 und/día
Producción diaria por operario (8 h)	38 und/día
N° operarios	4
Horas de M.O. para producir una unidad	0,38 h/und
Costo M.O. diario	S/. 161,20
Costo de Contratar mensual	S/.980
Costo de despido	S/.658,75
Costo de almacenamiento mensual	S/. 0,44/und
Costo por faltante	S/. 9,94/und
Tasa de Salario promedio por hora	S/.5,76
Tasa de pago por tiempo extra por hora	S/.7,20

**Elaboración: Propia**

En el de costo de almacenamiento se consideró un 25% del valor de inventario disponible [39]; es decir cuesta S/.5,23 mantener una unidad durante un año.

Como el personal operativo no cuenta con un contrato de plazo fijo, el costo de despido será según su tiempo de servicio: en promedio cada trabajador cuenta con 8,5 meses de trabajo. El costo de despido de personal promedio será la multiplicación de su salario mensual por los días trabajados entre los 360 días del año, siendo este S/.658,75. [37].

El costo por faltante fue determinado por la utilidad que podría haber recibido por atender el pedido, en este caso S/.9,94 por unidad.

La tasa de pago por tiempo extra se consideró el 25% más al salario promedio, siendo este S/.7,20.

Se desarrolló 4 métodos de planeación agregada para analizar la variación de los costos y elegir el óptimo.

Primero, se consideró un plan agregado con inventario cero; el cual se muestra en la tabla 70 con una jornada laboral de 7 h diarias, excepto el mes

de febrero que son 8 h diarias. Sin embargo, se tuvo que contratar a 1 trabajador en febrero para cumplir con la demanda proyectada sin inventario. Este método refleja un costo total anual de S/.173 770. Sin embargo, existe una capacidad de trabajo perdida porque se puede producir 3 991 bidones más, pero no es aprovechado.

Luego se realizó un plan de producción con fuerza de trabajo constante; es decir manteniendo la cantidad actual de trabajadores como se muestra en la tabla 71. En este caso debido a que se acumula demasiado inventario que la empresa no podría almacenar, habría productos vencidos y en el mes de diciembre ya no habría jornada de trabajo. El costo total anual de este plan es mayor debido al inventario y cantidad de producción faltante, siendo un total de S/.165 094.

En tabla 72, se muestra el plan agregado de producción con fuerza de trabajo constante con horas extras con el fin de disminuir el costo de inventario. Se obtuvo que se necesitarán 31,89 horas extras en el primer bimestre ya que enero se produce parte del requerimiento de producción de febrero generando un costo total anual S/.151 993. En el primer bimestre y en diciembre se laborarían 8 horas diarias, en marzo 7,30 h y luego serían 7 horas diarias con el mismo sueldo como motivación a su desempeño. Adicional a ello, en los meses de julio y septiembre se tendrá dos días libres para tareas de mantenimiento y en diciembre una semana de descanso.

El plan agregado con estrategia mixta se desarrolló en la tabla 73, el cual incluye métodos de persecución y nivelación de la demanda para obtener un menor costo de producción, siendo un total S/. 160 121. En el mes de octubre y diciembre se realizará una jornada laboral de 8 horas diarias y en los otros meses 7 horas. En el mes de abril, mayo y agosto habrá dos días libres para realizar tareas de mantenimiento y evitar acumulación de inventario y en el mes de diciembre una semana de descanso para el personal operativo.

**Tabla 70. Plan Agregado de Producción con Inventario Cero para el año 2020**

<b>Descripción</b>	<b>Ene-20</b>	<b>Feb-20</b>	<b>Mar-20</b>	<b>Abr-20</b>	<b>May-20</b>	<b>Jun-20</b>	<b>Jul-20</b>	<b>Ago-20</b>	<b>Set-20</b>	<b>Oct-20</b>	<b>Nov-20</b>	<b>Dic-20</b>
Días laborales	23	20	22	22	21	22	23	21	22	22	21	23
Unidades por trabajador	759	760	726	726	693	726	759	693	726	726	693	759
Demanda Proy.	2 831	3 512	2 706	2 498	2 424	2 450	2 455	2 394	2 411	2 443	2 488	2 433
Stock Seguridad	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
Req.Producción	2 890	3 571	2 765	2 557	2 483	2 509	2 514	2 453	2 470	2 502	2 547	2 492
Trabajadores requeridos	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Trabajadores actuales	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Trabajadores Contratados	ND	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Costo de Contrato	ND	S/. 950	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Trabajadores despedidos	ND	ND	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Costo de Despido	ND	ND	S/.658,75	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Trabajadores Utilizados	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Costo M.O.	S/.14 830	S/.16 120	S/.14 186	S/.14 186	S/.13 541	S/.14 186	S/.14 830	S/.13 541	S/.14 186	S/.14 186	S/.13 541	S/.14 830
Unidades Producidas	2 890	3 571	2 765	2 557	2 483	2 509	2 514	2 453	2 470	2 502	2 547	2 492
Inventario	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Costo de Almacenamiento	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Unidades faltantes	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Costo por faltantes	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<b>Costo total</b>	<b>S/. 14 830</b>	<b>S/.17 070</b>	<b>S/.14 844</b>	<b>S/.14 186</b>	<b>S/.13 541</b>	<b>S/.14 186</b>	<b>S/.14 830</b>	<b>S/.13 541</b>	<b>S/.14 186</b>	<b>S/.14 186</b>	<b>S/.13 541</b>	<b>S/.14 830</b>

**Elaboración: Propia**

**Tabla 71. Plan agregado de producción con Fuerza de Trabajo Constante para el año 2020**

<b>Descripción</b>	<b>Ene-20</b>	<b>Feb-20</b>	<b>Mar-20</b>	<b>Abr-20</b>	<b>May-20</b>	<b>Jun-20</b>	<b>Jul-20</b>	<b>Ago-20</b>	<b>Set-20</b>	<b>Oct-20</b>	<b>Nov-20</b>	<b>Dic-20</b>
Días laborales	23	20	22	22	21	22	23	21	22	22	21	23
Unidades por trabajador	759	760	726	726	693	726	759	693	726	726	693	759
Inv. Inicial	ND	146	ND	139	486	775	1 170	1 692	2 011	2 445	3 276	3 501
Demanda Proy.	2 831	3 512	2 706	2 498	2 424	2 450	2 455	2 394	2 411	2 443	2 488	2433
Stock Seguridad	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
R. Producción	2 890	3 425	2 765	2 418	1 997	1 734	1 344	761	459	57	ND	1763
Trabajadores requeridos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Trabajadores actuales	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Trabajadores Contratados	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Costo de Contrato	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Trabajadores despedidos	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Costo de Despido	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Trabajadores Utilizados	4	ND	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Costo M.O.	S/. 14 830	S/. 12 896	S/. 14 186	S/. 14 186	S/. 13 541	S/. 14 186	S/. 14 830	S/. 13 541	S/. 14 186	S/. 14 186	S/. 13 541	ND
Unidades Producidas	3 036	3 040	2 904	2 904	2 772	2 904	3 036	2 772	2 904	2 904	2 772	ND
Inv. Final	146	ND	139	486	775	1 170	1 692	2 011	24 45	3 276	3501	1 009
Costo de Almacenamiento	S/.63	ND	S/.60	S/. 209	S/. 333	S/.503	S/.728	S/.865	S/.1 051	S/. 1 409	S/.1 505	S/.434
Unid. faltantes	ND	385	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Costo por faltantes	ND	S/.3 827	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<b>Costo total</b>	<b>S/.14 893</b>	<b>S/.16 723</b>	<b>S/.14 245</b>	<b>S/.14 395</b>	<b>S/.13 874</b>	<b>S/.14 689</b>	<b>S/.15 558</b>	<b>S/.14 406</b>	<b>S/.15 237</b>	<b>S/.15 594</b>	<b>S/.15 046</b>	<b>S/.434</b>

**Elaboración: Propia**

**Tabla 72. Plan Agregado de Producción con Fuerza de Trabajo Constante con horas extras para el año 2020**

<b>Descripción</b>	<b>Ene-20</b>	<b>Feb-20</b>	<b>Mar-20</b>	<b>Abr-20</b>	<b>May-20</b>	<b>Jun-20</b>	<b>Jul-20</b>	<b>Ago-20</b>	<b>Set-20</b>	<b>Oct-20</b>	<b>Nov-20</b>	<b>Dic-20</b>
Días laborales	23	20	22	22	21	22	23	21	22	22	21	23
Unidades por trabajador	874	760	726	726	693	726	759	693	726	726	693	759
Inv. Inicial	ND	242	ND	ND	45	45	138	107	137	32	132	68
Demanda Proy.	2 831	3 512	2 706	2 498	2 424	2 450	2 455	2 394	2 411	2 443	2 488	2 433
Stock	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
Seguridad	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
R. Producción	2 890	3 329	2 765	2 557	2 438	2 464	2 376	2 346	2 333	2470	2 415	2 424
Trabajadores requeridos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Trabaj. actuales	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Trabajadores Contratados	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Costo Contrato	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Trabajadores despedidos	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Costo Despido	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Trabajadores Utilizados	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Costo M.O.	S/.13 286	S/.11 553	S/.12 708	S/.12 708	S/.12 131	S/.12 708	S/.13 286	S/.12 131	S/.12 708	S/.12 708	S/.12 131	S/.13 286
Unidades Prod.	3 132	2 723	2 602	2 602	2 483	2 602	2 483	2 483	2 365	2 602	2 483	2 451
Inv. Final	242	ND	ND	45	45	138	107	137	32	132	68	27
Costo Alm.	S/.104,03	ND	ND	S/.19,35	S/.19,35	S/.59,16	S/.45,98	S/.59,02	S/.13,91	S/.56,73	S/.29,35	S/.11,76
Unid. faltantes	303	303	163	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hora Extra	16	16	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Costo de H.Ex.	S/.115	S/.115	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<b>Costo total</b>	<b>S/.13 505</b>	<b>S/.11 668</b>	<b>S/.12 708</b>	<b>S/.12 728</b>	<b>S/.12 150</b>	<b>S/.12 768</b>	<b>S/.13 332</b>	<b>S/.12 190</b>	<b>S/.12 722</b>	<b>S/.12 765</b>	<b>S/.12 160</b>	<b>S/.13 298</b>

**Elaboración: Propia**

**Tabla 73. Plan Agregado de Producción con Estrategia Mixta para el año 2020**

<b>Descripción</b>	<b>Ene-20</b>	<b>Feb-20</b>	<b>Mar-20</b>	<b>Abr-20</b>	<b>May-20</b>	<b>Jun-20</b>	<b>Jul-20</b>	<b>Ago-20</b>	<b>Set-20</b>	<b>Oct-20</b>	<b>Nov-20</b>	<b>Dic-20</b>
Días laborales	23	20	22	22	21	22	23	21	22	22	21	23
Unidades por trabajador	759	760	726	726	693	726	759	693	726	726	693	759
Inv. Inicial	ND	146	ND	139	222	247	ND	ND	55	ND	ND	225
Demanda Proy.	2 831	3 512	2 706	2 498	2 424	2 450	2 455	2 394	2 411	2 443	2 488	2 433
Stock Seguridad	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
R. Producción	2 890	3 425	2 765	2 418	2 261	2 262	2 514	2 453	2 415	2 502	2 547	2 267
Trabajadores requeridos	4	5	4	4	4	3	3	4	3	3	4.	3
Trabaj. actuales	4	4	5	4	4	4	3	3	4	3	4	4
Trabajadores Contratados	ND	1	ND	ND	ND	-1	ND	1	ND	ND	1	-1
Costo Contrato	ND	S/. 950	ND	ND	ND	ND	ND	S/. 950	ND	ND	S/. 950	ND
Trabajadores despedidos	ND	ND	1	ND	ND	1	ND	ND	1	ND	ND	1
Costo Despido	ND	ND	S/.658,75	ND	ND	S/.658,75	ND	ND	S/.658,75	ND	ND	S/.658,75
Trabajadores Utilizados	4	5	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3
Costo M.O.	S/.14 830	S/.16 120	S/.14 186	S/.14 186	S/.13 541	S/.10 639	S/.11 123	S/.13 541	S/.10 639	S/.10 639	S/.13 541	S/.11 123
Unidades Prod.	3 036	3 300	2 904	2 640	2 508	2 178	2 277	2 508	2 178	2 508	2 772	2 052
Inv. Final	146	ND	139	222	247	ND	ND	55	ND	6	225	ND
Costo Alm.	S/. 62,78	ND	S/. 59,77	S/. 95,46	S/.106,21	ND	ND	S/. 23,65	ND	S/. 2,58	S/. 96,75	ND
Unid. faltantes	ND	125	ND	ND	ND	84	237	ND	237	ND	ND	215
Hora Extra	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	11
Costo de H.Ex.	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	S/. 81,43
<b>Costo total</b>	<b>S/.14 893</b>	<b>S/.17 070</b>	<b>S/.14 904</b>	<b>S/.14 281</b>	<b>S/.13 647</b>	<b>S/.11 298</b>	<b>S/.11 123</b>	<b>S/.14 514</b>	<b>S/.11 298</b>	<b>S/.10 642</b>	<b>S/.14 588</b>	<b>S/.11 863</b>

**Elaboración: Propia**

En la tabla 74 se muestra el resumen de los costos de cada plan agregado de producción.

**Tabla 74. Resumen de Costo anual del Plan Agregado de Producción**

<b>Ítem</b>	<b>Plan Agregado de Producción con Inventario Cero</b>	<b>Plan Agregado de Producción con Fuerza de Trabajo Constante</b>	<b>Plan Agregado de Producción con Fuerza de Trabajo Constante con horas extras</b>	<b>Plan Agregado de Producción con Estrategia Mixta</b>
Costo Trabajadores Contratados (S/.)	950	-	-	2850
Costo de Trabajadores Despedidos (S/.)	658,75	-	-	2635
Costo M.O. (S/.)	172 161	154 107,20	151 345,10	154 107,20
Costo de Almacenamiento (S/.)	-	7 159,50	418,64	447,20
Costo por faltantes (S/.)	-	3 827,44	-	-
Costo Hora Extra (S/.)			229,46	81,43
<b>Costo total Anual (S/.)</b>	<b>173 770</b>	<b>165 094</b>	<b>151 993</b>	<b>160 121</b>

**Elaboración: Propia**

A partir de los diferentes planes agregados de producción analizados, se concluye que el óptimo que debería tener la empresa es un plan agregado de producción con fuerza de trabajo constante con horas extras con un costo total de S/. 151 993; es decir trabajando horas extras cuando la demanda aumente, con la misma cantidad de trabajadores para asegurar el cumplimiento de los pedidos solicitados.

Este plan permite no tener inventarios elevados en el año de trabajo ni tener costos por contratar o despedir.

De esta manera para el año 2021 al año 2024 se trabajará con este plan agregado de producción, los cuales se muestran en la tabla 75, 76,77 y 78.

**Tabla 75. Plan Agregado de Producción con Estrategia Mixta para el año 2021**

<b>Descripción</b>	<b>Ene-21</b>	<b>Feb-21</b>	<b>Mar-21</b>	<b>Abr-21</b>	<b>May-21</b>	<b>Jun-21</b>	<b>Jul-21</b>	<b>Ago-21</b>	<b>Set-21</b>	<b>Oct-21</b>	<b>Nov-21</b>	<b>Dic-21</b>
Días laborales	21	16	23	22	21	22	22	22	22	21	22	23
Unidades por trabajador	798	608	759	726	693	726	726	726	726	693	726	759
Inv. Inicial	27	85	0	28	132	179	69	215	161	90	119	233
Demanda Proy.	3 061	3 742	2 935	2 728	2 654	2 679	2 685	2 623	2 640	2 672	2 718	2 662
Stock Seguridad	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
R. Producción	3 094	3 717	2 995	2 760	2 582	2 560	2 676	2 468	2 539	2 642	2 659	2 489
Trabajadores requeridos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Trabaj. actuales	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Trabajadores Contratados	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Costo Contrato	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Trabajadores despedidos	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Costo Despido	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Trabajadores Utilizados	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Costo M.O.	S/.13 484	S/.10 274	S/.14 768	S/.14 126	S/.13 484	S/.14 126	S/.14 126	S/.14 126	S/.14 126	S/.13 484	S/.14 126	S/.14 768
Unidades Prod.	3 179	2422	3 023	2892	2 760	2 629	2 892	2 629	2 629	2 760	2 892	2 725
Inv. Final	85		28	132	179	69	215	161	90	119	233	235
Costo Alm.	S/.36,55	S/. -	S/.12,17	S/.56,83	S/.76,78	S/.29,46	S/.92,61	S/.69,37	S/.38,82	S/.51,03	S/.99,99	S/.101,09
Unid.Faltantes	648	648	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Hora Extra	34	34	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Costo de H.Ex.	S/. 245	S/. 245	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<b>Costo total</b>	<b>S/.13 766</b>	<b>S/.10 519</b>	<b>S/.14 781</b>	<b>S/.14 183</b>	<b>S/.13 561</b>	<b>S/.14 156</b>	<b>S/.14 219</b>	<b>S/.14 196</b>	<b>S/.14 165</b>	<b>S/.13 535</b>	<b>S/.14 226</b>	<b>S/.14 869</b>

Elaboración: Propia

**Tabla 76. Plan Agregado de Producción con Estrategia Mixta para el año 2022**

<b>Descripción</b>	<b>Ene-22</b>	<b>Feb-22</b>	<b>Mar-22</b>	<b>Abr-22</b>	<b>May-22</b>	<b>Jun-22</b>	<b>Jul-22</b>	<b>Ago-22</b>	<b>Set-22</b>	<b>Oct-22</b>	<b>Nov-22</b>	<b>Dic-22</b>
Días laborales	21	20	23	21	22	22	21	23	22	21	22	22
Unidades por trabajador	798	760	759	693	726	726	693	759	726	693	726	836
Inv. Inicial	235	229	ND	ND	ND	98	172	100	91	203	145	180
Demanda Proy.	3 299	3 980	3 173	2 966	2 892	2 917	2 923	2 861	2 878	2 910	2 955	2 900
Stock Seguridad	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
R. Producción	3 126	3 813	3 235	3 028	2 954	2 881	2813	2 823	2 849	2 769	2 872	2 782
Trabajadores requeridos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Trabaj. actuales	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Trabajadores Contratados	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Costo Contrato	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Trabajadores despedidos	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Costo Despido	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Trabajadores Utilizados	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Costo M.O.	S/.14 233	S/.13 555	S/.15 588	S/.14 233	S/.14 910	S/.14 910	S/.14 233	S/.15 588	S/.14 910	S/.14 233	S/.14 910	S/.14 910
Unidades Prod.	3 355	3 195	3 191	2 914	3 052	3 052	2 914	2 914	3 052	2 914	3 052	2 716
Inv. Final	229	ND	ND	ND	98	172	100	91	203	145	180	ND
Costo Alm.	S/.98,51	ND	ND	ND	S/.42,30	S/.73,86	S/.43,17	S/.39,15	S/.87,47	S/.62,38	S/.77,59	ND
Unidades faltantes	309	309	22	57	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	33
Hora Extra	16	16	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2
Costo de H.Ex.	S/. 117	S/. 117	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	12
<b>Costo total</b>	<b>S/.14 448</b>	<b>S/.13 672</b>	<b>S/.15 588</b>	<b>S/.14 233</b>	<b>S/.14 953</b>	<b>S/.14 984</b>	<b>S/.14 276</b>	<b>S/.15 627</b>	<b>S/.14 998</b>	<b>S/.14 295</b>	<b>S/.14 988</b>	<b>S/.14 923</b>

Elaboración: Propia

**Tabla 77. Plan Agregado de Producción con Estrategia Mixta para el año 2023**

<b>Descripción</b>	<b>Ene-23</b>	<b>Feb-23</b>	<b>Mar-23</b>	<b>Abr-23</b>	<b>May-23</b>	<b>Jun-23</b>	<b>Jul-23</b>	<b>Ago-23</b>	<b>Set-23</b>	<b>Oct-23</b>	<b>Nov-23</b>	<b>Dic-23</b>
Días laborales	22	20	23	20	23	22	21	23	21	22	22	21
Unidades por trabajador	836	760	759	660	759	726	693	759	693	726	726	798
Inv. Inicial		182	0	0	0	243	14	0	274	233	160	190
Demanda Proy.	3 520	4 201	3 394	3 187	3 113	3 138	3 144	3 082	3 099	3 131	3 177	3 122
Stock Seguridad	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
R. Producción	3 583	4 082	3 457	3 250	3 176	2 958	3 193	3 145	2 888	2 961	3 080	2 995
Trabajadores requeridos	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Trabaj. actuales	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Trabajadores Contratados	1	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Costo Contrato	S/. 950	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Trabajadores despedidos	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Costo Despido	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Trabajadores Utilizados	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Costo M.O.	S/.15 973	S/.14 521	S/.16 699	S/.14 521	S/.16 699	S/.15 973	S/. 15 247	S/. 16 699	S/. 15 247	S/. 15 973	S/. 15 973	S/. 15 247
Unidades Prod.	3765	3423	3419	2973	3419	2973	3121	3419	3121	3121	3270	3081
Inv. Final	182	ND	ND	ND	243	14	ND	274	233	160	190	86
Costo Alm.	S/.78,45	ND	ND	ND	S/.104,32	S/.6,16	ND	S/.117,65	S/.100,34	S/.68,95	S/.81,69	S/.36,90
Unidades faltantes	329	329	38	277	ND	ND	71	ND	ND	ND	ND	ND
Hora Extra	17	17	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Costo de H.Ex.	S/. 125	S/. 125	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<b>Costo total</b>	<b>S/.17 127</b>	<b>S/.14 646</b>	<b>S/.16 699</b>	<b>S/.14 521</b>	<b>S/.16,804</b>	<b>S/.15 980</b>	<b>S/.15 247</b>	<b>S/.16 817</b>	<b>S/.15 348</b>	<b>S/.16 042</b>	<b>S/.16 055</b>	<b>S/.15 284</b>

**Elaboración: Propia**

**Tabla 78. Plan Agregado de Producción con Estrategia Mixta para el año 2024**

<b>Descripción</b>	<b>Ene-24</b>	<b>Feb-24</b>	<b>Mar-24</b>	<b>Abr-24</b>	<b>May-24</b>	<b>Jun-24</b>	<b>Jul-24</b>	<b>Ago-24</b>	<b>Set-24</b>	<b>Oct-24</b>	<b>Nov-24</b>	<b>Dic-24</b>
Días laborales	23	21	21	22	23	20	23	22	21	23	21	22
Unidades por trabajador	874	798	693	726	759	660	759	726	693	759	693	836
Inv. Inicial	86	443	ND	ND	ND	215	ND	184	114	29	69	ND
Demanda Proy.	3 749	4 430	3 624	3 416	3 343	3 368	3 374	3 312	3 328	3 360	3 406	3 352
Stock Seguridad	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
R. Producción	3 727	4 051	3 688	3 480	3 407	3 217	3 438	3 192	3 278	3 395	3 401	3 416
Trabajadores requeridos	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Trabaj. actuales	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Trabajadores Contratados	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Costo Contrato	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Trabajadores despedidos	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Costo Despido	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Trabajadores Utilizados	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Costo M.O.	S/.17 691	S/.16 153	S/.16 153	S/.16 922	S/.17 691	S/.15 384	S/.17 691	S/.16 922	S/.16 153	S/.17 691	S/.16 153	S/.16 922
Unidades Prod.	4 170	3 808	3 307	3 464	3 622	3 149	3 622	3 307	3 307	3 464	3 307	3 445
Inv. Final	443				215		184	114	29	69		29
Costo Alm.	S/.190,66	ND	ND	ND	S/.92,30	ND	S/.78,97	S/.49,18	S/.12,52	S/.29,80	ND	S/.12,52
Unid. Faltantes	0	243	381	16	0	68	ND	ND	ND	ND	94	ND
Hora Extra	ND	13	20	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Costo de H.Ex.	ND	S/. 92	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<b>Costo total</b>	<b>S/.17 882</b>	<b>S/.16 245</b>	<b>S/.16 153</b>	<b>S/.16 922</b>	<b>S/.17 784</b>	<b>S/.15 384</b>	<b>S/.17 770</b>	<b>S/.16 971</b>	<b>S/.16 165</b>	<b>S/.17 721</b>	<b>S/.16 153</b>	<b>S/.16 935</b>

**Elaboración: Propia**

De acuerdo al desarrollo del plan agregado de producción mostrada, se obtuvo que el primer bimestre y en el mes de diciembre se tendrá una jornada laboral de 8 horas diarias y en los otros meses variarán de 7 a 7,30 h. A pesar de ello, el sueldo del operario seguirá siendo el mismo con el fin de motivar su desempeño.

Por otro lado, se tendrá tres días al año para realizar el mantenimiento, aparte de la hora diaria cuando no se tenga la jornada laboral completa destinada a mantenimiento y limpieza.

Po último, en el mes de diciembre se tendrá una semana de descanso y a partir del año 2023 se contratará a un operario más para cumplir con la demanda solicitada.

En la tabla 79, se muestra en resumen el costo total del plan agregado con estrategia mixta desde el año 2020 hasta el año 2024.

**Tabla 79. Resumen de Costos Totales**

<b>Ítem</b>	<b>Año 2020</b>	<b>Año 2021</b>	<b>Año 2022</b>	<b>Año 2023</b>	<b>Año 2024</b>
Costo Trabajadores Contratados (S/.)	0	0	0	950	0
Costo M.O. (S/.)	151 345,10	165 020,42	176 214,16	188 775,98	201 526,22
Costo de Almacenamiento (S/.)	418,64	664,70	524,44	594,46	465,95
Costo Hora Extra (S/.)	229,46	490,72	246,36	249,76	92
<b>Costo total Anual (S/.)</b>	<b>151 993</b>	<b>166 176</b>	<b>176 985</b>	<b>190 570</b>	<b>202 084</b>

**Elaboración: Propia**

### 3.5.2. Nuevos Indicadores del Proceso

De acuerdo a las mejoras propuestas para satisfacer la demanda de la empresa, se determinaron nuevos indicadores de producción y productividad, que servirán para comparar su estado actual.

#### 3.5.2.1. Indicadores de Producción

##### a. Cuello de botella

Luego de realizar el estudio de tiempos y balanceo de línea, se determinó que el nuevo cuello de botella se ubica en la actividad del operario 3 (actividad 7 y 8), con 163,14 segundos.

**Tabla 80. Detalle del nuevo cuello de botella**

<b>Operario</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tiempo total (s)</b>	<b>Carga de trabajo (%)</b>
3	Lavado y Desinfección semiautomático del bidón	163,14	32,02%

Elaboración: Propia

##### b. Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo está determinado por el cuello de botella; es decir por la actividad que marca el proceso, siendo 163,14 segundos.

##### c. Producción

Con la propuesta de mejora se podría llegar a producir 3 530 bidones de 20 L con agua de mesa mensualmente, teniendo un aumento en la producción de 378 bidones.

$$\text{Producción} = \frac{(8 * 20 * 60 * 60)}{163,14} = 3\ 530 \text{ bidones/mes}$$

#### d. Tiempos estándares

En la tabla 81 se muestran los nuevos tiempos de producción del proceso productivo.

**Tabla 81. Tiempos estándares de producción**

<b>Etapas</b>	<b>N°</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tiempo estándar (s)</b>
<b>Pre-lavado</b>	<b>1</b>	Despiece del bidón con caño	12,44
	<b>2</b>	Desarme del caño	4,56
	<b>3</b>	Lavado manual del caño	8,73
	<b>4</b>	Pre-lavado manual del bidón	180,58
	<b>5</b>	Armado del bidón	10,21
	<b>6</b>	Lavado de tapa	5,48
<b>Lavado</b>	<b>7</b>	Lavado automático del bidón	123,88
	<b>8</b>	Desinfección automática del bidón	39,27
<b>Envasado</b>	<b>9</b>	Llenado del bidón	20,39
	<b>10</b>	Tapado	15,51
	<b>11</b>	Sellado	10,85
	<b>12</b>	Etiquetado	54,70
	<b>13</b>	Codificado	15,81
<b>Almacenamiento</b>	<b>14</b>	Traslado a almacén	14,78
<b>Total</b>			<b>517,18</b>

**Elaboración: Propia**

En la figura 19 se muestra el diagrama de operaciones y en la figura 20 se aprecia el cursograma analítico de proceso productivo respectivamente con los tiempos mejorados.

En la figura 21 se propone una nueva distribución del área de almacén de producto terminado y de purificación del agua.

El área de almacén de producto terminado contaría con 16,38 metros cuadrados y con una puerta corrediza frente al pasillo para que el despacho de los bidones no interfiera en el proceso productivo y no afecte la inocuidad. Para ello, se tendrá que derrumbar las paredes de las otras áreas (2,11 m<sup>2</sup>).

En la tabla 82 se muestra que la dimensión que tendrá las áreas del proceso productivo será 102,56 m<sup>2</sup>.

**Tabla 82. Nuevas dimensiones de la planta**

<b>Área</b>	<b>Dimensión (m<sup>2</sup>)</b>
Almacén de Insumos	16
Almacén de Materiales	3,4
Área de Prelavado	22,7
Área de Envasado	22,16
Almacén de Producto Terminado	21,91
Área de Purificación	16,39
<b>Total</b>	<b>102,56</b>

Diagrama de Operaciones de Proceso Mejorado		
Diagrama N° 1	Hoja: 1 de 1	Método: Propuesta
Producto: AQUA POSEIDÓN	Lugar: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.	
Actividad: Elaboración de un bidón de 20 L con agua de mesa	Diagramó: Cinthya Cieza Carrasco	Fecha: 08/11/18
	Aprobado por: Dr. Arroyo Ulloa	Fecha: 12/11/18

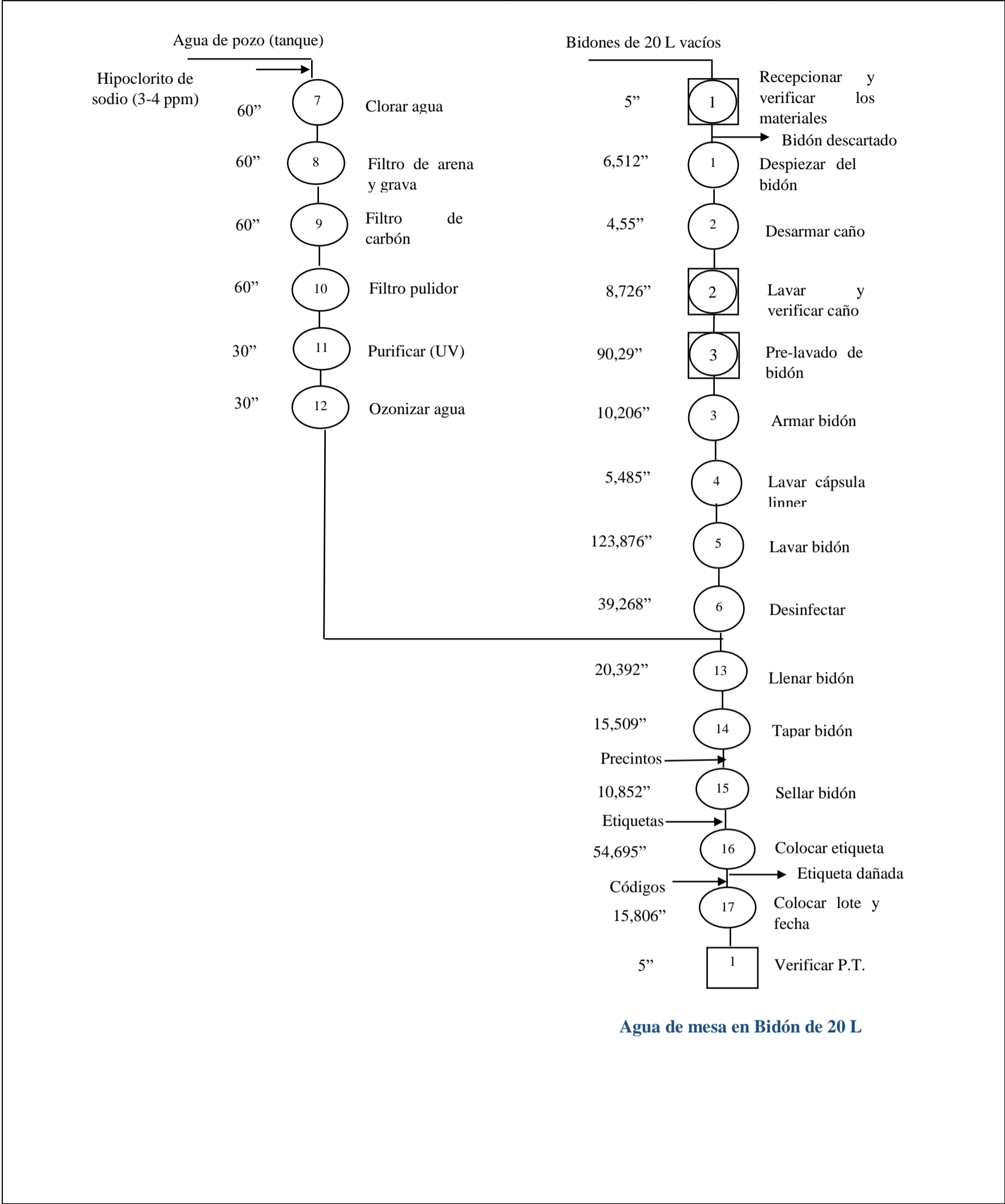


Figura 19. Diagrama de Operaciones del Proceso Mejorado

Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.  
Elaboración: Propia













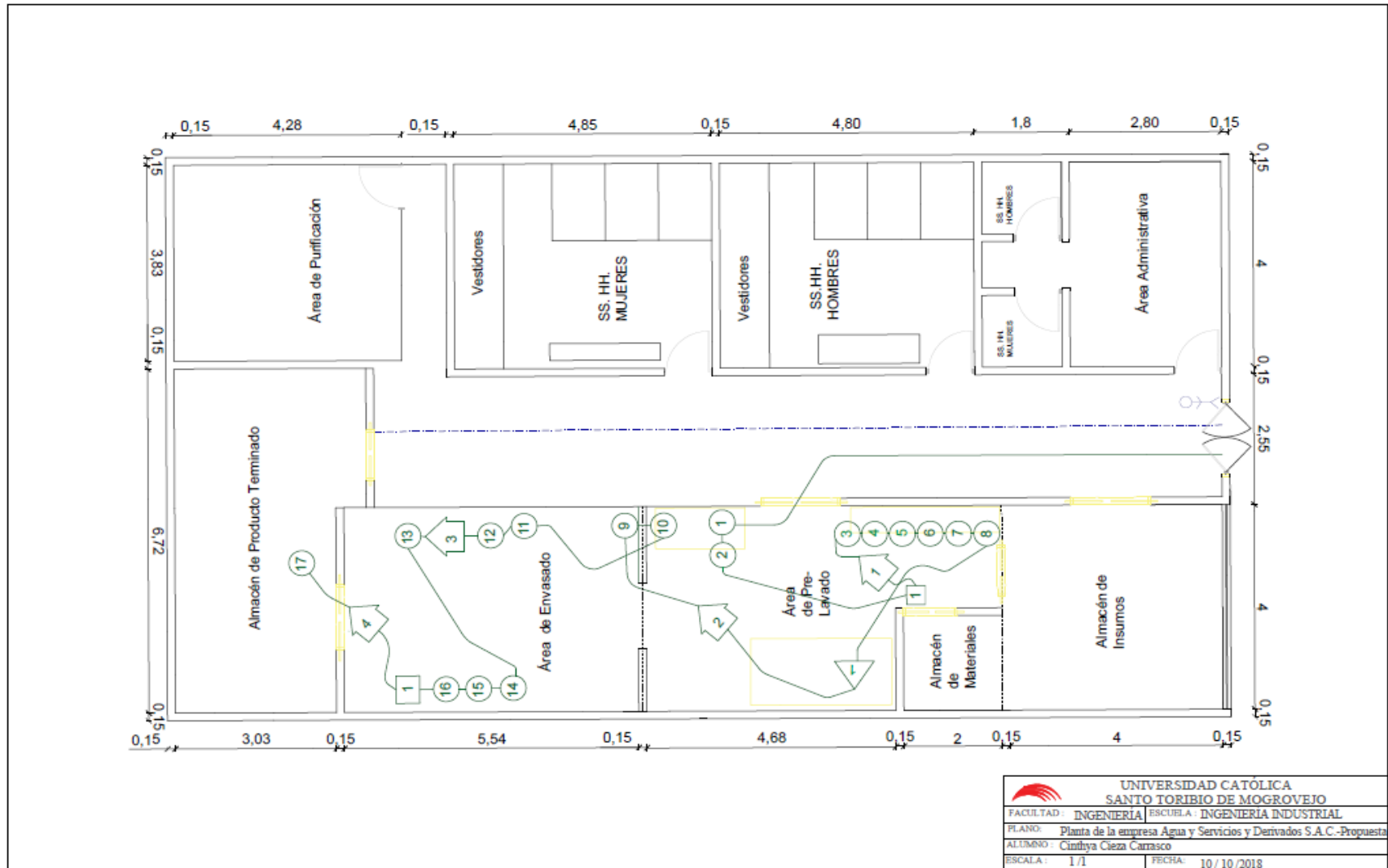
Producto		AQUA POSEIDÓN (20L)		Actividad	Símbolo	Cant.	Tiempo (s)	Distancia (m)		
Actividad		Elaboración y comercialización de agua de mesa		Operación		12	294,15			
Método		Propuesta-Semiautomático		Transporte		4	28,78	11,7		
Lugar		Agua y Servicios y Derivados S.A.C.		Almacén		1				
Diagnosticado por		Cieza Carrasco Cinthya	Fecha	08/11/18	Inspección		1	5		
					Espera		1	15		
Aprobado por		Dr.Arroyo Ulloa	Fecha	12/11/18	Combinado		3	104,02		
					Total			22	446,95	11,7
N°	Descripción de operaciones	Distancia (m)	Tiempo (s)	Símbolo						
										
1	Recepción de materiales	-	5							X
2	Traslado de materiales al área de pre-lavado	2	6		X					
3	Despiece del bidón con caño	-	6,51	X						
4	Desarme del caño	-	4,55	X						
5	Lavado manual del caño	-	8,73							X
6	Pre-lavado del bidón	-	90,29							X
7	Armado del bidón	-	10,21	X						
8	Almacenamiento de bidones secos	-	-	X						
9	Lavado de cápsula linner	-	5,48	X						
10	Traslado de bidón al área de lavado	2,2	8		X					
11	Lavado automático de bidón	-	115,88	X						
12	Desinfección de bidón	-	39,27	X						
13	Llenado de bidón	-	20,39	X						
14	Espera de bidones llenos	-	15							X
15	Traslado al área de ensamblaje	2,5	5		X					
16	Tapado	-	10,509	X						
17	Sellado	-	10,852	X						
18	Etiquetado	-	54,695	X						
19	Codificado	-	15,806	X						
20	Verificación de producto terminado	-	5						X	
21	Traslado a almacén	5	9,784		X					
22	Almacenamiento	-				X				

Figura 20. Cursograma Analítico del Proceso mejorado

Elaboración: Propia



**Figura 21. Diagrama de Recorrido del Proceso de agua de mesa en bidón de 20 L**

Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

Elaboración: Propia

#### e. Capacidad de diseño

La capacidad de diseño se determinó considerando la mejora de estandarización de tiempos y por el equilibrado de la línea de producción, dando como resultado 3 530 bidones al mes.

$$\text{Capacidad de diseño} = \frac{20 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * \frac{8\text{h}}{\text{día}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}}{163,14 \text{ s}}$$

$$\text{Capacidad de diseño} = 3\,530 \text{ bidones/mes}$$

#### f. Capacidad Efectiva

La capacidad efectiva es la mayor tasa de producción que se puede obtener en base a las mejoras realizadas, si la empresa trabajara 7 horas sería 3 089 bidones al mes.

$$\text{Capacidad efectiva} = \frac{20 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * \frac{7 \text{ h}}{\text{día}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{h}} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}}{163,14 \text{ s}}$$

$$\text{Capacidad efectiva} = 3\,089 \text{ bidones/mes}$$

#### g. Capacidad Real

La capacidad real se calculó en base a la nueva eficiencia de la planta obtenida del balanceo de línea, siendo esta 2 705 bidones al mes.

#### h. Capacidad ociosa

Es el indicador que resulta de la diferencia entre capacidad de diseño y capacidad real. En base a la propuesta de reducción de jornada laboral es 825 bidones al mes.

$$\text{Capacidad ociosa} = (3\,530 - 2\,705) \text{ bidones/mes}$$

$$\text{Capacidad ociosa} = 825 \text{ bidones/mes}$$

### **i. Índice de Utilización**

Este índice se calculó mediante la relación entre capacidad real y la capacidad de diseño de la planta, siendo este 76,63%.

$$\text{Utilización} = \frac{2\,705 \text{ bidones/mes}}{3\,530 \text{ bidones/mes}}$$

$$\text{Utilización} = 76,63\%$$

### **j. Índice de Eficiencia**

Indica la relación entre capacidad real y capacidad efectiva, se determinó en base a la propuesta de reducción de jornada laboral obteniendo una eficiencia de 87,60%.

$$\text{Eficiencia} = \frac{2\,705 \text{ bidones/mes}}{3\,089 \text{ bidones/mes}}$$

$$\text{Eficiencia} = 87,60\%$$

## **3.5.2.2. Indicadores de Productividad**

### **a. Productividad de Mano de obra**

Para calcular la productividad de recurso humano se tomó en cuenta la capacidad real la empresa y una jornada laboral de 140 h mensuales.

$$\text{Productividad de obra} = \frac{2\,663 \text{ bidones/mes}}{4 \text{ operarios} * 140 \text{ h/mes}} = 4,83 \frac{\text{bidones}}{\text{h} * \text{op}}$$

Se obtuvo un incremento de 2,10 bidones/hora\*operario; es decir, 76,92%.

### **b. Productividad económica**

Considerando que la capacidad real de la planta será 2 705 bidones mensuales, la cantidad de ventas será 1 409 (52,08%) y la cantidad de recargas será 1 296 (47,92%).

- **Costo de materiales directos, indirectos y auxiliares**

El costo de materiales directos, indirectos y auxiliares por venta de bidón de 20 L con agua de mesa es S/. 18,24 y por el servicio de recarga es S/.1,04 (etiqueta, precinto, cápsula linner y Código-Fecha) como se mostró en la tabla 15. El costo de materiales auxiliares disminuyó ya que se contará con 4 operarios. El detalle de estos costos se muestra en la tabla 83.

**Tabla 83. Costos de los materiales de un bidón de 20 L con agua de mesa**

<b>Detalle</b>	<b>Costos variable de producción unitario por venta (S/.)</b>	<b>Costo variable de producción unitario por recarga (S/.)</b>
Materiales Directos	18,05	0,85
Materiales Indirectos	0,15	0,15
Materiales auxiliares	0,037	0,037
<b>Total</b>	<b>18,24</b>	<b>1,04</b>

**Elaboración: Propia**

- **Costo de Mano de Obra Directa**

El salario del personal operativo, aunque se labore 7 horas diarias será S/.806 mensual con el objetivo de motivarlo.

El costo de mano de obra por unidad se calculó dividiendo el salario por hora entre las unidades producidas por hora, siendo en este caso 19,32 bidones por hora.

En la tabla 84 se muestra que el costo de mano de obra directa por unidad es S/.1,19.

**Tabla 84. Salario del Personal Operativo**

<b>Personal Operativo</b>	<b>Costo de Salario por hora (S/.)</b>	<b>Costo de M.O. por unidad (S/.)</b>
Operario 1	5,76	0,30
Operario 2	5,76	0,30
Operario 3	5,76	0,30
Operario 4	5,76	0,30
<b>Total</b>	<b>23,03</b>	<b>1,19</b>

**Elaboración: Propia**

- **Costo de Mano de Obra Indirecta**

La mano de obra indirecta está conformada por el jefe de producción, quién recibe un sueldo mensual de S/.1 250; es decir el costo de mano de obra indirecta por bidón es S/.0,46.

- **Costo de energía**

Respecto al consumo de energía se mencionó que el área productiva consume 12,6 kWh diario y que el costo es S/. 0,5804 para producir 135 bidones diarios aproximadamente. Por ello, el costo de energía por bidón es S/.0,05.

- **Costo agua**

El costo de agua por bidón se mantendrá a S/. 0,062.

En la tabla 85 se muestra el costo de producción por bidón tanto para venta como para recarga, así como la utilidad obtenida.

**Tabla 85. Costo unitario de producción por venta y recarga**

Datos	Material Directo (S/.)	Material Indirecto (S/.)	Material Auxiliar (S/.)	Costo agua (S/.)	Costo energía (S/.)	Costo M.O.D. y M.O.I. (S/.)	Total Costo (S/.)
Venta	18,05	0,15	0,037	0,062	0,05	1,65	20,01
Recarga	0,85	0,15	0,037	0,062	0,05	1,65	2,81

**Elaboración: Propia**

Considerando los costos mostrados en la tabla 86 y en la tabla 87 se obtuvo que la productividad económica por venta de bidón es 0,050 unidades por cada nuevo sol.

**Tabla 86. Costo de Producción Total por venta mensual**

Venta mensual (und)	Costo de materiales (S/.)	Costo agua (S/.)	Costo energía (S/.)	Costo M.O.D y M.O.I. (S/.)	Costo Total (S/.)
1 409	25 700,16	87,36	70,45	2 324,85	28 182,82

**Elaboración: Propia**

$$\text{Productividad económica} = \frac{1\,409}{28\,182,82} = 0,050 \text{ und/nuevo sol}$$

Respecto al servicio de recargas se obtuvo una productividad económica de 0,36 unidades por cada nuevo sol.

**Tabla 87. Costo de Producción Total por venta mensual**

<b>Venta mensual (und)</b>	<b>Costo de materiales (S/.)</b>	<b>Costo agua (S/.)</b>	<b>Costo energía (S/.)</b>	<b>Costo M.O.D y M.O.I. (S/.)</b>	<b>Costo Total (S/.)</b>
1 296	1 347,84	80,35	64,80	2 138,40	3 631,39

**Elaboración: Propia**

$$\text{Productividad económica} = \frac{1\,296}{3\,631,39} = 0,36 \text{ und/nuevo sol}$$

### c. Eficiencia económica

Este indicador representa la relación entre el total de ingresos obtenidos y total de egresos por vender una unidad.

Respecto a la venta de bidón por cada sol invertido existe una ganancia de S/. 0,50.

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{\text{S/. } 30,00/\text{bidón}}{\text{S/. } 20,01/\text{bidón}} = 1,50$$

La eficiencia económica para el servicio de recargas se obtuvo que por cada sol invertido existe una ganancia de S/.2,56.

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{\text{S/. } 10,00/\text{bidón}}{\text{S/. } 2,81/\text{bidón}} = 3,56$$

### 3.5.2.3. Indicadores logísticos

#### a. Nivel de servicio

C. Urieta y E. Córdova [4] mencionó en su investigación que el nivel de servicio incrementa en un rango del 16% al 28% al aplicar herramientas lean manufacturing. Para esta propuesta se ha considerado un incremento del 16%, ya que se contará con un stock de seguridad frente a fluctuaciones de demanda, que se ha sido analizado en un plan agregado de producción.

En la tabla 88, se aprecia que la empresa tendrá un nivel de servicio de 91,39%, debido a la reducción de pedidos no atendidos.

$$\% \text{ nivel de servicio} = \frac{1\ 134 - 98}{1\ 134} = 91,35\%$$

#### b. Pedidos no atendidos

De acuerdo al nivel de servicio mejorado que tendrá la empresa, los pedidos no atendidos se reducirán a un 8,64 % como se muestra en la tabla 88. Por lo tanto, la utilidad no percibida mensual promedio será S/. 901,60.

$$\% \text{ pedidos no atendidos} = \frac{98}{1\ 134} = 8,64\%$$

**Tabla 88. Pedidos no atendidos por venta desde el año 2016 hasta el año 2018**

<b>Año</b>	<b>Mes</b>	<b>Demanda de ventas (und)</b>	<b>Pedidos atendidos (und)</b>	<b>Pedidos no atendidos (und)</b>	<b>Utilidad no percibida (S/.)</b>
2016	Enero	965	882	83	764,40
	Febrero	968	885	83	766,77
	Marzo	931	851	80	737,46
	Abril	868	793	75	687,56
	Mayo	942	861	81	746,18
	Junio	869	794	75	688,35
	Julio	947	865	82	750,14
	Agosto	976	892	84	773,11
	Septiembre	879	803	76	696,27
	Octubre	964	881	83	763,60
	Noviembre	1 021	933	88	808,75
	Diciembre	1 315	1 202	113	1 041,64
2017	Enero	1 110	1 014	96	879,25
	Febrero	1 388	1 268	120	1 099,46
	Marzo	1 164	1 064	100	922,03
	Abril	1 088	994	94	861,83
	Mayo	1 103	1 008	95	873,71
	Junio	1 047	957	90	829,35
	Julio	1 075	982	93	851,53
	Agosto	997	911	86	789,74
	Septiembre	1 011	924	87	800,83
	Octubre	1 099	1 004	95	870,54
	Noviembre	1 083	990	93	857,87
	Diciembre	1 141	1 043	98	903,81
2018	Enero	1 449	1 324	125	1 147,78
	Febrero	1 738	1 588	150	1 376,70
	Marzo	1 485	1 357	128	1 176,30
	Abril	1 267	1 158	109	1 003,62
	Mayo	1 237	1 130	107	979,85
	Junio	1 236	1 130	106	979,06
	Julio	1 264	1 155	109	1 001,24
	Agosto	1 197	1 094	103	948,17
	Septiembre	1 224	1 119	105	969,55
	Octubre	1 244	1 137	107	985,40
	Noviembre	1 270	1 161	109	1 005,99
	Diciembre	1 277	1 167	110	1 011,54
<b>Total</b>		<b>40 839</b>	<b>37 322,762</b>	<b>3 516,24</b>	<b>32 349,39</b>
<b>Promedio Mensual</b>		<b>1 134</b>	<b>1 036</b>	<b>98</b>	<b>901,60</b>

Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

Elaboración: Propia

### c. Entregas perfectas

#### • Devoluciones de pedido por venta

El porcentaje de devoluciones de pedido se reducirán en un 60% en un escenario conservador [40], ya que se ha trabajado en eliminar las causas principales a través del desarrollo de la información A3, guías de trabajo para el almacenamiento de producto terminado y para el control de calidad del proceso. Así como las capacitaciones que recibirá el personal operativo.

Las devoluciones de pedidos que se registraron desde el año 2016 hasta el 2018 fueron en promedio 97 bidones mensuales (tabla 40) y en promedio se vendieron 854 bidones de 20 L con agua de mesa. Entonces la cantidad promedio de devoluciones mensuales que tendrá la empresa será 39 bidones; es decir un 4,34% de devoluciones.

$$\% \text{ devoluciones por venta} = \frac{39}{854 + 39} = 4,34\%$$

Por lo tanto, el porcentaje de entrega perfecta que presenta la empresa es:

$$\% \text{ entrega perfecta} = \frac{893 - 39}{893} = 95,63\%$$

### d. Devoluciones por recarga

Las devoluciones por recarga en proceso productivo se reducirán en un 60% considerando un escenario conservador [40]; es decir estas devoluciones serán 13 en promedio mensual. De esta manera, la pérdida económica promedio mensual disminuirá a S/.665,60.

### 3.5.2.4. Cuadro Comparativo de Indicadores

En la tabla 89 se muestra que la pérdida económica en promedio mensual será S/.1 723,20; es decir con la propuesta de mejora se reduce en promedio mensual en S/.2 915,89 (37,15%).

**Tabla 89. Pérdidas Económicas con la mejora**

<b>Problema</b>	<b>Causas</b>	<b>Pérdida Económica Promedio Mensual (S/.)</b>
Pérdidas económicas por demanda no atendida	Pedidos no atendidos	901,60
	Costo de reproceso por devoluciones (ventas)	156
	Devoluciones por recarga en proceso	665,60
<b>Total</b>		<b>1 723,20</b>

**Elaboración: propia**

Con este resultado, se demuestra que la pérdida económica mensual que tenía la empresa disminuye de 34,40% a 12,78%.

Por otro lado, en la tabla 90 se aprecia la variación de los indicadores de producción, productividad y logísticos que se han determinado con las propuestas de mejoras aplicadas. Se concluye que la empresa aumentará sus utilidades no percibidas ya que se tendrá una producción ajustada a la demanda con un stock de seguridad para enfrentar ciertas fluctuaciones de esta. Además, se mejorará el nivel de servicio de la empresa ya que se podrá atender el 91,35% de los pedidos solicitados.

**Tabla 90. Comparación de indicadores antes y después de la mejora**

<b>Indicadores</b>	<b>Antes de la Mejora</b>	<b>Propuesta de Mejora</b>	<b>Descripción</b>	<b>Variación</b>
<b>Indicadores de Producción</b>				
Tiempo estándar	524,25	517,18	Disminuyó	1,35%
Producción	109 bidones/día	135 bidones/día	Incrementó	23,85%
Cuello de botella	182,73	163,14	Disminuyó	-10,72%
Capacidad de diseño	3 152 bidones/mes	3 530 bidones/mes	Incrementó	12%
Capacidad efectiva	3 100 bidones/mes	3 089 bidones/mes	Disminuyó	0,35%
Capacidad real	2 185 bidones/mes	2 705 bidones/mes	Incrementó	23,80%
Capacidad ociosa	967 bidones/mes	825 bidones/mes	Disminuyó	-14,68%
Índice de Utilización	69,32%	76,63%	Incrementó	7,31%
Índice de Eficiencia	70,48 %	87,60%	Incrementó	17,12%
<b>Indicadores de Productividad</b>				
Productividad de mano de obra	2,73 bidones/h.op.	4,83 bidones/h.op.	Incrementó	76,92 %
Productividad económica (ventas)	0,048 und/nuevo sol	0,050 und/nuevo sol	Incrementó	4,17 %
Productividad económica (recargas)	0,28 und/nuevo sol	0,36 und/nuevo sol	Incrementó	28,57%
Eficiencia económica (ventas)	1,44	1,50	Incrementó	4,17%
Eficiencia económica (recargas)	2,78	3,56	Incrementó	28,06%
<b>Indicadores Logísticos</b>				
Pedidos no atendidos	24,60%	8,64%	Disminuyó	-16%
Devoluciones	10,20 %	4,34%	Disminuyó	-5,86%
Entregas perfectas	89,80%	95,63%	Incrementó	5,83%
Nivel de servicio	75,39%	91,39 %	Incrementó	16%

**Elaboración: Propia**

### 3.6. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Para determinar el impacto ambiental de las actividades de la empresa Agua y Servicios y Derivados S.A.C. se utilizó la Matriz de Leopold. Esta es una matriz de causa-efecto, en la que se colocan los factores ambientales que pueden ser afectados en las columnas (anexo 19) y las acciones de la empresa que pueden causar impactos en las filas (anexo 20) [41]. En cada intersección se considera la magnitud e importancia del impacto [42].

Primero, se identificaron las entradas y salidas de las actividades de purificación y de envasado del proceso productivo como se muestra en la tabla 91.

**Tabla 91. Actividades de Purificación y de Envasado**

Actividades	Entradas	Actividades de Purificación	Salidas
Purificación	Hipoclorito de sodio (3-4 ppm)	Cloronización del tanque	Partículas de Cloro
	Agua de pozo desinfectada	Filtrado (arena y grava; carbón activado y por pulidor)	Sólidos suspendidos; Olores y Sabores por materia orgánica o cloro; Partículas de carbón
	Rayos UV Ozono	Desinfección Ultravioleta Ozonización	- Microorganismos, Residuos
Envasado	Agua de pozo	Prelavado manual de Bidones	Agua residual, bidones descartados
	Agua de pozo y Divosan	Lavado y Desinfección de Bidones	Agua residual
	Agua potable tratada	Llenado de Bidones	Bidón de 20 L con agua de mesa
	Cápsula Linner	Tapado	Cápsula linner defectuosa
	Etiqueta y Precintos	Sellado y Etiquetado	Etiqueta y Precintos defectuosos
	Inyector de tinta Bidones de 20 L con agua de mesa	Codificado Almacenamiento	Residuos de tinta Bidones de 20 L con agua de mesa vencidos

Elaboración: Propia

Para determinar el valor de la magnitud e importancia del impacto identificado en la Matriz de Leopold se empleó la metodología de Criterios Relevantes Integrados [43].

La valoración de cada impacto ambiental se realizó a través de la evaluación de 5 parámetros: Intensidad, Extensión y Duración, Reversibilidad e Incidencia.

En la tabla 92 se muestra los parámetros con la escala y valoración de evaluación respectiva para la magnitud e importancia del impacto.

**Tabla 92. Parámetros, escala y valoración**

Elementos	Parámetro	Escala	Valor	
Magnitud	Intensidad (I)	Alto	7-9	
		Medio	4-6	
		Bajo	1-3	
	Extensión (E)	Regional	10	
		Local	5	
		Puntual	2	
Duración (D)	Largo (>10años)	10		
	Mediano (5-10años)	5		
	Corto (0-5 años)	2		
Importancia	Reversibilidad (R)	Irrecuperable	10	
		Irreversible	Recuperable (>30años) y costo elevado	9
		Parcialmente Reversible	Media (largo y mediano plazo)	5
	Incidencia (G)	Reversible	Alta (inmediata o corto plazo)	2
			Alto	10
			Medio	5
		Bajo	2	

**Fuente: Greenleaf Ambiental Company Cia [43]**

El valor de la Magnitud del Impacto es el resultado de la sumatoria de los parámetros: intensidad (I), extensión (E) y duración (D), cada uno multiplicado por el peso de valor asignado. Los pesos asignados se muestran en la tabla 93, los cuales se establecieron según criterio de representatividad de cada parámetro.

**Tabla 93. Pesos de los Parámetros de la Magnitud**

<b>Criterios</b>	<b>Peso</b>
Peso del criterio de intensidad (WI)	0,4
Peso del criterio de extensión (WE)	0,4
Peso del criterio de duración (WD)	0,2

**Fuente: Greenleaf Ambiental Company Cia [43]**

$$\text{Magnitud} = (I * WI) + (E * WE) + (D * WD)$$

El valor de la Importancia del Impacto es el resultado de la sumatoria de los parámetros: de reversibilidad, incidencia y magnitud; cada uno multiplicado por el peso de valor asignado. Los pesos asignados se muestran en la tabla 94, los cuales se establecieron según criterio de representatividad de cada parámetro.

**Tabla 94. Pesos de los Parámetros de la Importancia**

<b>Criterios</b>	<b>Peso</b>
Peso del criterio de reversibilidad (WR)	0,5
Peso del criterio de incidencia (WG)	0,5

**Fuente: Greenleaf Ambiental Company Cia [43]**

$$\text{Importancia} = (IR * WR) + (G * WG)$$

La severidad del impacto se calculó mediante la multiplicación del valor de la magnitud por valor de la importancia obtenido. En la tabla 95 se aprecia la escala de valoración de los Impactos.

**Tabla 95. Escala de Valoración de Impactos**

<b>Severidad del Impacto</b>	<b>Escala</b>
Leve	0-5
Moderado	6-15
Severo	16-39
Crítico	40-100
Representativo (impacto positivo)	0-100

**Fuente: Greenleaf Ambiental Company Cia [43]**

En la figura 22 se muestra la Matriz de Leopold, donde se aprecia que los impactos por subcomponentes y componentes es -10,6, lo cual significa que su severidad es moderada.

Factores Ambientales afectados		Acciones		PROCESO DE PURIFICACIÓN				PROCESO DE ENVASADO					Impacto por subcomponentes	Impacto por componentes	Impacto Total del proyecto		
		Clorización del tanque	Filtrado	Desinfección Ultravioleta	Ozonización	Prelavado manual de Bidones y Lavado y Desinfección de Bidones.	Llenado de Bidones	Tapado	Sellado y Etiquetado	Codificado	Almacenamiento y Mantenimiento y Limpieza de la planta						
Medio Físico	Atmósfera	Material particulado	-2.4	-2.4		-2.4	-2.8	-2.8		2	2		-2	-3.2	-28	-170,6	10,6
		Calidad del aire	-2.4	-2.4		-2.4								-3.2	-28		
		Nivel de Ruido		-2	-2	-2	-1.6	-1.6	-1.6				-1.6	-1.6	-2		
	Agua subterránea	Flujo del agua	-2.4	-2	-2	-2	-2.8	-2.8	-2.8					-2.4	-51,6		
		Calidad de agua	2.8	3.2	3.2	3.2	2.8	2.8		2.8	2.8			3.2	88,8		
		Disponibilidad	-2.4	-2.4	-2.4	-2.4	-2.8	-2.8	-2.8					-2.8	-54,2		
	Tierra	Residuos Sólidos		-2			-2			-2	-2		-2	-2.4	-24,8		
		Calidad del suelo	-2.8				-3.2	-3.2					-3.2	-3.2	-40,8		
	Medio Socioeconómico	Social	Empleo				2	2	2	2	2	2	2	2.4	32,8		
Calidad de vida			2.8	3.2	3.2	3.2	3.2	3.6		2.8	3.6		3.6	56,8			
Salud y Seguridad			2.8	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2		3.2	3.2	3.2	3.6	70,4			

Figura 22. Matriz de Leopold de Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

Elaboración: Propia

Sin embargo, respecto al medio físico se aprecia que hay aspectos ambientales severos (color azul) y críticos (color rojo). En la tabla 96 se muestra cada uno de ellos con una propuesta de mitigación.

**Tabla 96. Propuesta de Mitigación para el Medio Físico**

Factor ambiental		Impacto por subcomponente	Impacto por componente	Propuesta de mitigación
Atmósfera	Material Particulado	-28	-170,6	Mantenimiento cada tres meses al equipo de purificación del agua. Se utilizará los equipos de protección adecuada cuando se realice las tareas de mantenimiento.
	Calidad del aire	-28		
	Nivel de Ruido	-32		
Agua Subterránea	Flujo de agua	-51,6		Manteneamiento cada tres meses las tuberías, suministros de agua, válvula de presión para mantener la presión del agua correctamente.
	Calidad de agua	88,8		-
Tierra	Disponibilidad	-54,2		Se almacenará el agua residual en un depósito de polietileno abierto para su utilización en la limpieza de servicios higiénicos.
	Residuos Sólidos	-24,8	Se almacenará los bidones descartados para su envío a empresas recicladoras de plástico.	
	Calidad del Suelo	-40,8		

Elaboración: Propia

### 3.7. ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

#### 3.7.1. Ingresos

##### 3.7.1.1. Pedidos no atendidos

Debido a las mejoras realizadas en el proceso productivo, como el incremento de la productividad de mano de obra, el establecimiento de tiempo estándar, carga equilibrada del personal operativo y la consideración de un stock de seguridad en el plan agregado de producción la empresa podrá contar con una mejora en su nivel de servicio del 16%; es decir el porcentaje de pedidos no atendidos se reducirá a 8,64%.

En la tabla 97, se muestra que los ingresos obtenidos por atender anualmente 2 581 pedidos más es S/. 77 430 en el año 2020.

**Tabla 97. Ingresos por Pedidos Atendidos en el año 2020**

Meses	Pedidos solicitados	Pedidos atendidos sin mejora	Pedidos atendidos con mejora	Cantidad de pedidos atendidos incrementados	Ingresos (S/.)
Ene-20	1 475	1 112	1 347	235	7 060
Feb-20	1 829	1 379	1 671	292	8 758
Mar-20	1 409	1 063	1 288	225	6 748
Abr-20	1 301	981	1 189	208	6 230
May-20	1 263	952	1 153	202	6 045
Jun-20	1 276	962	1 166	204	6 110
Jul-20	1 279	964	1 168	204	6 122
Ago-20	1 247	940	1 139	199	5 970
Set-20	1 256	947	1 147	200	6 013
Oct-20	1 272	959	1 162	203	6 092
Nov-20	1 296	977	1 184	207	6 205
Dic-20	1 267	955	1 158	202	6 067
<b>Total</b>	<b>16 170</b>	<b>12 192</b>	<b>14 773</b>	<b>2 581</b>	<b>77 430</b>

Elaboración: Propia

En la tabla 98, se muestra que los ingresos obtenidos por atender anualmente 2 810 pedidos más es S/. 84 300 en el año 2021.

**Tabla 98. Ingresos por Pedidos Atendidos en el año 2021**

Meses	Pedidos solicitados	Pedidos atendidos sin mejora	Pedidos atendidos con mejora	Cantidad de pedidos atendidos incrementados	Ingresos (S/.)
Ene-21	1 594	1 202	1 457	254	7 634
Feb-21	1 949	1 470	1 781	311	9 332
Mar-21	1 529	1 153	1 397	244	7 319
Abr-21	1 421	1 071	1 298	227	6 803
May-21	1 382	1 042	1 263	221	6 619
Jun-21	1 395	1 052	1 275	223	6 681
Jul-21	1 398	1 054	1 278	223	6 696
Ago-21	1 366	1 030	1 248	218	6 541
Set-21	1 375	1 037	1 256	219	6 584
Oct-21	1 392	1 049	1 271	222	6 663
Nov-21	1 416	1 067	1 293	226	6 778
Dic-21	1 386	1 045	1 267	221	6 639
<b>Total</b>	<b>17604</b>	<b>13 274</b>	<b>16 083</b>	<b>2 810</b>	<b>84 300</b>

Elaboración: Propia

En la tabla 99, se muestra que los ingresos obtenidos por atender anualmente 3 047 pedidos más es S/91 410 en el año 2022.

**Tabla 99. Ingresos por Pedidos Atendidos en el año 2022**

Meses	Pedidos solicitados	Pedidos atendidos sin mejora	Pedidos atendidos con mejora	Cantidad de pedidos atendidos incrementados	Ingresos (S/.)
Ene-22	1 718	1 296	1 570	274	8 227
Feb-22	2 073	1 563	1 894	331	9 925
Mar-22	1 653	1 246	1 510	264	7 913
Abr-22	1 545	1 165	1 411	247	7 397
May-22	1 506	1 136	1 376	240	7 212
Jun-22	1 519	1 146	1 388	242	7 274
Jul-22	1 522	1 148	1 391	243	7 289
Ago-22	1 490	1 124	1 361	238	7 135
Set-22	1 499	1 130	1 369	239	7 177
Oct-22	1 516	1 143	1 385	242	7 257
Nov-22	1 539	1 160	1 406	246	7 369
Dic-22	1 510	1 139	1 380	241	7 232
<b>Total</b>	<b>19 091</b>	<b>14 395</b>	<b>17 442</b>	<b>3 047</b>	<b>91 410</b>

Elaboración: Propia

En la tabla 100, se muestra que los ingresos obtenidos por atender anualmente 3268 pedidos más es S/98 040 en el año 2023.

**Tabla 100. Ingresos por Pedidos Atendidos en el año 2023**

Meses	Pedidos solicitados	Pedidos atendidos sin mejora	Pedidos atendidos con mejora	Cantidad de pedidos atendidos incrementados	Ingresos (S/.)
Ene-23	1 833	1 382	1 675	293	8 778
Feb-23	2 188	1 650	1 999	349	10 477
Mar-23	1 768	1 333	1 615	282	8 464
Abr-23	1 660	1 252	1 517	265	7 948
May-23	1 621	1 222	1 481	259	7 763
Jun-23	1 634	1 232	1 493	261	7 826
Jul-23	1 638	1 235	1 496	261	7 841
Ago-23	1 605	1 210	1 467	256	7 686
Set-23	1 614	1 217	1 475	258	7 728
Oct-23	1 631	1 230	1 490	260	7 808
Nov-23	1 655	1 248	1 512	264	7 923
Dic-23	1 626	1 226	1 486	260	7 786
<b>Total</b>	<b>20 473</b>	<b>15 437</b>	<b>18 705</b>	<b>3 268</b>	<b>98 040</b>

Elaboración: Propia

En la tabla 101, se muestra que los ingresos obtenidos por atender anualmente 3 496 pedidos más es S/104 880 en el año 2024.

**Tabla 101. Ingresos por Pedidos Atendidos en el año 2024**

Meses	Pedidos solicitados	Pedidos atendidos sin mejora	Pedidos atendidos con mejora	Cantidad de pedidos atendidos incrementados	Ingresos (S/.)
Ene-24	1 953	1 472	1 784	312	9 349
Feb-24	2 307	1 740	2 108	368	11 048
Mar-24	1 888	1 423	1 724	301	9 038
Abr-24	1 779	1 342	1 625	284	8 519
May-24	1 741	1 313	1 591	278	8 337
Jun-24	1 754	1 323	1 603	280	8 399
Jul-24	1 757	1 325	1 606	280	8 414
Ago-24	1 725	1 301	1 576	275	8 260
Set-24	1 733	1 307	1 584	277	8 299
Oct-24	1 750	1 320	1 599	279	8 379
Nov-24	1 774	1 338	1 621	283	8 494
Dic-24	1 746	1 316	1 595	279	8 359
<b>Total</b>	<b>21 908</b>	<b>16 519</b>	<b>20 015</b>	<b>3 496</b>	<b>104 880</b>

Elaboración: Propia

### 3.7.1.2. Devoluciones de Pedido por Venta

Respecto a las devoluciones de pedido por venta se realizó un pronóstico de mejora desde el año 2020 hasta el año 2024, considerando un escenario conservador [39]; es decir que el 60 % de las devoluciones no serán devueltas debido a las mejoras realizadas.

En la tabla 102 se muestra que la cantidad de estas devoluciones se reducirán en promedio a 58 bidones de 20 L con agua de mesa mensual reduciendo los costos por reproceso y obteniendo un ingreso anual de S/. 2 784.

**Tabla 102. Ingresos por Devoluciones de pedido por venta**

<b>Año</b>	<b>Pedidos devueltos sin mejora</b>	<b>Pedidos devueltos con mejora</b>	<b>Pedidos no devueltos Conservador (60%)</b>	<b>Ingresos (S/.)</b>
2020	1 164	468	696	2 784
2021	1 164	468	696	2 784
2022	1 164	468	696	2 784
2023	1 164	468	696	2 784
2024	1 164	468	696	2 784

**Elaboración: Propia**

### 3.7.1.3. Devoluciones por Recarga

Se pronosticó que las recargas adicionales que se podrá realizar por bidón es el 60% de las devoluciones que se presentan en el proceso productivo; es decir 20 bidones que cumplirán con la política de la empresa (15 veces de reuso) obteniendo un ingreso anual de S/.16 800 como se muestra en la tabla 103.

**Tabla 103. Ingresos por Devoluciones de Recargas**

<b>Año</b>	<b>Devoluciones de Recarga Anual (Escenario Conservador)</b>	<b>Ingresos (S/.)</b>
2020	1 680	16 800
2021	1 680	16 800
2022	1 680	16 800
2023	1 680	16 800
2024	1 680	16 800

**Elaboración: Propia**

En la tabla 104 se muestra la cantidad de bidones por año que se incrementarán para mejorar el nivel de servicio a 91,39%. Asimismo, se aprecia que por mejora de la productividad de mano de obra podrá cumplir con todos sus pedidos (de 109 bidones diarios a 135 bidones diarios).

**Tabla 104.Cantidad Total de bidones**

<b>Año</b>	<b>Total bidones incrementados</b>	<b>Cantidad adicional requerida diaria</b>	<b>Cantidad adicional producida diaria con mejora</b>
2020	4 261	18	26
2021	4 490	19	26
2022	4 727	20	26
2023	4 948	21	26
2024	5 176	22	26

**Elaboración: Propia**

### **3.7.2. Egresos**

#### **3.7.2.1. Inversión**

Para implementar la propuesta es necesario realizar una inversión de S/.25 766,65 como se muestra en la tabla 105, en la cual se considera un 5% de imprevistos.

**Tabla 105.Inversión Total de la Propuesta**

<b>Descripción</b>	<b>Total (S/.)</b>
Inversión tangible	5 091,95
Inversión intangible	19 447,72
Imprevistos (5%)	1 226,98
<b>Inversión Total</b>	<b>25 766,65</b>

En la tabla 107, se detalla la inversión tangible de la propuesta, la cual está conformada por:

#### **• Infraestructura**

Se detalló los costos que generará redistribuir el almacén de producto terminado con acceso independiente para el despacho con el fin de garantizar la inocuidad del producto. Desde el anexo 21 al 24 se muestran los costos unitarios involucrados en este ítem en base al Instituto de Desarrollo e Investigación “Construir” (IDIC) [44].

### • Equipo

En el ítem de equipo, se consideró dos tinas y un depósito de polietileno abierto que se utilizará en el área de prelavado manual con el fin de reutilizar esa agua para lavado de servicios higiénicos.

### • Pallet

Se propone la adquisición de pallets especiales para bidones de 20 L (anexo 25), que se usarán en el almacenamiento de producto terminado y para el transporte de los mismos asegurando que estos no sufran daños físicos.

### • Equipos de Protección Personal

Las labores de mantenimiento que realice la empresa de manera interna será llevada a cabo por dos operarios, para lo cual necesitarán de equipos de protección personal para garantizar su seguridad. El costo de estos equipos se detalla en la tabla 106.

**Tabla 106. Costo de Equipos de Protección personal**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (S/.)</b>	<b>Costo Total(S/.)</b>
Casco de seguridad	2	30	60
Lentes de seguridad	2	27	54
Tapones	2	2	4
Botas de goma antideslizante	2	19	38
Ropa Protectora	2	30	60
<b>Total Inversión Tangible</b>			<b>216</b>

Elaboración: Propia

**Tabla 107. Inversión Tangible**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (S/.)</b>	<b>Costo Total(S/.)</b>
<b>Infraestructura</b>			<b>1 915,95</b>
Demolición de muro de ladrillo (m <sup>2</sup> )	2,11	32,78	69,17
Levantamiento de muro (m <sup>3</sup> )			1 739,02
Concreto de muro	4,97	336,57	1 672,09
Encofrado y desencofrado de muro	2,16	30,99	66,93
Limpieza final de la obra (m <sup>2</sup> )	2,16	8,22	17,77
Desmontaje de puerta de madera	1,00	30,00	30,00
Desmontaje de puerta corrediza	1,00	60,00	60,00
<b>Equipo</b>			<b>160,00</b>
Depósito de polietileno abierto	1,00	13,00	130,00
Tina	2,00	15,00	30,00
<b>Pallet plástico</b>	20	140	<b>2 800,00</b>
<b>Equipos de Protección Personal</b>			<b>216</b>
<b>Total Inversión Tangible</b>			<b>5 091,95</b>

Elaboración: Propia

La inversión intangible se aprecia en la tabla 108, la cual está formada por:

• **Plan HACCP**

Este plan es necesario para la comercialización del producto, el costo de implementarlo involucra las Buenas Prácticas de Manufactura y Prácticas de Higiene y Saneamiento.

• **Infraestructura**

Las licencias de demolición y construcción que se solicitarán están basadas en el valor de la UIT, las cuales requieren de verificación administrativa y técnica. Para la demolición es 5,25% y 5,66% respectivamente y para la construcción es 5,23% y 4,63% respectivamente [45].

• **Capacitación**

Asimismo, se encuentra el costo del programa de capacitación al personal operativo que lo realizará SENATI.

• **Mantenimiento**

El mantenimiento en la empresa se propone que se realice trimestral como se mencionó en las propuestas de mitigación (tabla 96), que incluye los cambios de filtros, válvulas y revisión de toda la maquinaria.

• **Gastos Preoperativos**

Este involucra el desarrollo de un nuevo plano de la empresa, ya que el flujo de salida del producto final será independiente del proceso productivo para garantizar inocuidad del producto.

**Tabla 108. Inversión Intangible**

Descripción	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
<b>Plan HACCP</b>		8 600	<b>8 600</b>
<b>Infraestructura</b>			<b>867,72</b>
Licencia de demolición			453,60
Licencia de construcción			414,12
<b>Capacitación del Personal</b>			<b>2 940</b>
Charla	2	120	240
Capacitación 1	1	800	800
Capacitación 2	1	900	900
Capacitación 3	1	1 000	1 000
<b>Instalación de Puerta de madera</b>	1	40	40
<b>Adquisición de puerta corrediza</b>	1	350	350
<b>Instalación de Puerta corrediza</b>	2	150	300
<b>Mantenimiento (Trimestral)</b>	4	1500	6 000
<b>Gastos Preoperativos</b>			350
Nuevo plano de la empresa			350
<b>Total Inversión tangible</b>			<b>19 447,72</b>

Elaboración: Propia

**3.7.2.2. Costos anuales de Producción**

**a. Costo de Materia Prima**

La tarifa del agua subterránea según la SUNASS [46], tendrá un incremento promedio de 2,5% anual debido al proyecto de mejora. Por ello, en la tabla 109 se aprecia que el costo anual de materia prima varía por el cambio en la tarifa y la cantidad de metros cúbicos empleada.

**Tabla 109.Costo Anual de Materia Prima**

<b>Año</b>	<b>Costo de agua por m<sup>3</sup> (S/.)</b>	<b>Cantidad de agua (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Costo anual (S/.)</b>
2020	2,48	102,26	253,80
2021	2,54	107,75	274,12
2022	2,61	113,45	295,83
2023	2,67	118,74	317,38
2024	2,74	124,24	340,36

Fuente: OSINERGMIN [46]

### b. Costo de Materiales por venta

En la tabla 110 se muestra el costo anual de materiales directos, indirectos y auxiliares por atender los pedidos mejorados.

**Tabla 110.Costo Anual de Materiales por venta**

<b>Año</b>	<b>Cantidad de Bidones por venta (und)</b>	<b>Costo anual de materiales directos (S/.)</b>	<b>Costo anual de materiales indirectos (S/.)</b>	<b>Costo anual de materiales auxiliares (S/.)</b>
2020	2 581	46 581,38	391,18	95,29
2021	2 810	50 713,61	425,88	103,74
2022	3 047	54 997,38	461,85	112,50
2023	3 268	58 979,57	495,29	150,81
2024	3 496	63 111,80	530,00	161,38

Elaboración: Propia

### c. Costo de Materiales por recarga

El costo anual de materiales directos, indirectos y auxiliares por realizar las recargas adicionales se muestra en la tabla 111.

**Tabla 111.Costo Anual de Materiales por recarga**

<b>Año</b>	<b>Cantidad de Bidones por venta (und)</b>	<b>Costo anual de materiales directos (S/.)</b>	<b>Costo anual de materiales indirectos (S/.)</b>	<b>Costo anual de materiales auxiliares (S/.)</b>
2020	1 680	1 428	254,65	62,03
2021	1 680	1 428	254,65	62,03
2022	1 680	1 428	254,65	62,03
2023	1 680	1 428	254,65	77,54
2024	1 680	1 428	254,65	77,54

Elaboración: Propia

#### d. Costo de Mano de Obra Directa

El costo de mano de obra directa se muestra en la tabla 112, en la cual se considera que el costo por unidad es S/1,19. Con la mejora, se redujo S/0,65 por unidad producida.

Por otro lado, a partir del año 2023 el costo por unidad será S/1,49 ya que se contará con un operario adicional y la mejora se mantendrá en S/0,35.

**Tabla 112. Costo Anual de Mano de Obra Directa (M.O.D.)**

<b>Año</b>	<b>Total de bidones (und)</b>	<b>Costo Anual de M.O.D. (S/.)</b>
2020	4 261	5 070,22
2021	4 490	5 342,65
2022	4 727	5 625,07
2023	4 948	7 371,87
2024	5 176	7 712,98

Elaboración: Propia

#### e. Costo de Combustible

En la tabla 113, se aprecia el costo anual de combustible varía de acuerdo a la cantidad total de bidones que se transportarán de manera adicional y al porcentaje de crecimiento de un 5% [47].

**Tabla 113. Costo Anual de Combustible**

<b>Año</b>	<b>Costo promedio de combustible por bidón (S/.)</b>	<b>Total de bidones (und)</b>	<b>Costo Anual de combustible (S/.)</b>
2020	0,55	4 261	2337,69
2021	0,58	4 490	2586,46
2022	0,60	4 727	2859,34
2023	0,64	4 948	3142,43
2024	0,67	5 176	3452,23

Fuente: OSINERGMIN [47]

#### f. Costo de energía

En la tabla 114, se muestra el costo anual de energía que aumentará en 2,5 % según [48].

**Tabla 114. Costo Anual de Energía**

<b>Año</b>	<b>Costo promedio de energía por bidón (S/.)</b>	<b>Total de bidones (und)</b>	<b>Costo Anual de Energía(S/.)</b>
2020	0,05	4 261	190,09
2021	0,05	4 490	204,49
2022	0,05	4 727	219,85
2023	0,05	4 948	235,12
2024	0,06	5 176	251,38

**Elaboración: Propia**

### **3.7.2.3. Costos de Certificación**

Los requisitos para que la empresa pueda comercializar su producto son: registro sanitario y la validación de plan HACCP.

El registro sanitario se tendrá que renovar para el año 2022, el cual tiene un costo del 2% de la UIT [49] para cual se tiene que contar con los análisis físicos, químicos y microbiológicos vigentes, que tiene un costo promedio de S/. 10 000.

Como se propone que se implemente en el plan HACCP para evitar penalidades, cada año, la empresa tiene que validar su plan, el cual tiene un costo de 24,94% de la UIT [50].

### **3.7.2.4. Cálculo del TMAR**

Según el reporte de inflación del Banco Central de Reserva al término del año 2018 [51], la tasa de inflación en el Perú fue 2,1%.

Respecto al riesgo de la inversión propia, se consideró que la propuesta de mejora es de nivel medio debido a que cuenta con una demanda variable y gran competencia [52], siendo esta de un 10%.

Por otro lado, el riesgo de inversión de la institución bancaria, en este caso del Banco Continental es 13,03% [53], ya que es una micro empresa y el préstamo será a cuota fija a más de 360 días.

En la tabla 115, se determinó que el TMAR global es de 13,03% ya que la inversión será 100% del banco.

**Tabla 115.Cálculo del TMAR**

Descripción	%Tasa Inflacionaria	% Riesgo de la inversión	TMAR	% de aporte	Ponderado
Inversión propia	2,1%	10%	12,10%		0,00%
Inversión financiada		13,03%	13,03 %	100%	13,03%
<b>TMAR Global</b>					<b>13,03%</b>

Elaboración: Propia

### 3.7.2.5. Cálculo de Gastos Financieros

Los gastos financieros que tendrá la empresa por el préstamo solicitado se especifican en la tabla 116 en un tiempo de 5 años.

**Tabla 116.Cálculo del Gasto Financiero**

Año	2020	2021	2022	2023	2024
Préstamo	S/25 766,65				
Amortización	S/.5 153	S/.5 153	S/.5 153	S/.5 153	S/.5 153
Intereses	S/3 350	S/2 680	S/2 009	S/1 339	S/669
<b>Gastos Financieros</b>	<b>S/8 503</b>	<b>S/7 833</b>	<b>S/7 163</b>	<b>S/6 493</b>	<b>S/5 823</b>

Elaboración: Propia

### 3.7.2.6. Flujo de caja

En la tabla 118, se desarrolló el flujo de caja económico donde se visualiza los ingresos y egresos de la mejora propuesta.

Se obtuvo que el VAN será S/.52 519,86 y un TIR de 78,25%, lo cual es mayor al TMAR y significa que el proyecto es rentable.

En la tabla 117 se aprecia que el costo-beneficio de la propuesta por invertir S/.25 766,65 es S/.1,28. Esto muestra que por cada unidad monetaria invertida se tendrá una ganancia de S/. 0,28 y que la propuesta es atractiva.

**Tabla 117.Costo-Beneficio de la Propuesta**

<b>Año</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Ingresos (S/.)		99 783,45	106 802,25	114 066,52	119 355,65	126 275,77
Egresos (S/.)	25 766,65	70 305,26	78 111,89	80 508,04	85 965,53	90 107,16
	<b>Beneficio/Costo</b>		<b>1,28</b>			

**Elaboración: Propia**

$$\text{Costo} - \text{Beneficio} = \frac{392\,440,71}{306\,369,49}$$

$$\text{Costo} - \text{Beneficio} = 1,28$$

Asimismo, el periodo de recuperación de la inversión será de 1,26 años.

$$\text{Periodo de Recuperación} = 1 + \left(\frac{5\,131,93}{20\,083,25}\right)$$

$$\text{Periodo de Recuperación} = 1,26 \text{ años}$$

**Tabla 118. Flujo de Caja Económico**

<b>Año</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
<b>Inversión</b>	25 766,65					
<b>Ingresos</b>						
Pedidos atendidos		77 430	84 300	91 410	98 040	104 880
Ingresos por recuperación de costo por reproceso		2 784	2 784	2 784	2 784	2 784
Recargas adicionales		16 800	16 800	16 800	16 800	16 800
Reducción de costo de M.O.		2 769,45	2 918,25	3 072,52	1 731,65	1 811,77
<b>Total Ingresos</b>	25 766,65	99 783,45	106 802,25	114 066,52	119 355,65	126 275,77
<b>Egresos</b>						
<b>Costo de Producción</b>						
Materia Prima		253,80	274,12	295,83	317,38	340,36
Mano de Obra Directa		5 070,22	5 342,65	5 625,07	7 371,87	7 712,98
Materiales Directos (venta)		46 581,38	50 713,61	54 997,38	58 979,57	63 111,80
Materiales Directos (recarga)		1 428	1 428	1 428	1 428	1 428
Materiales Indirectos		645,83	680,53	716,51	749,95	784,65
Materiales Auxiliares		157,32	165,77	174,53	228,35	238,92
Energía		190,09	204,49	219,85	235,12	251,38
Combustible		2 337,69	2 586,46	2 859,34	3 142,43	3 452,23
Costo de Almacenamiento		57,46	530,05	67,63	74,83	57,34
Horas extras		31,49	65,19	31,77	31,44	11,32
Mantenimiento (trimestral)		824	797	774	755	738
Capacitación		ND	1 940	1 940	1 940	1 940
Cambio de bidones (recargas)		4 080	4 080	4 080	4 080	4 080
Derecho de certificación		145,48	1 470,90	135,22	138,13	136,57
Gastos Financieros		8 503	7 833	7 163	6 493	5 823
<b>Total Egresos</b>		70 305,26	78 111,89	80 508,04	85 965,53	90 107,16
Utilidad operativa		29 478,18	28 690,36	33 558,47	33 390,12	36 168,61
Impuesto (30%)		8 843,46	8 607,11	10 067,54	10 017,04	10 850,58
<b>Flujo de caja económico</b>	<b>-25 766,65</b>	<b>20 634,73</b>	<b>20 083,25</b>	<b>23 490,93</b>	<b>23 373,08</b>	<b>25 318,03</b>
<b>Flujo de caja acumulado</b>	<b>-25 766,65</b>	<b>-5 131,93</b>	<b>14 951,33</b>	<b>38 442,26</b>	<b>61 815,34</b>	<b>87 133,37</b>

Elaboración: Propia

#### IV. CONCLUSIONES

- En el diagnóstico del sistema de producción se identificó que los problemas para satisfacer la demanda de la empresa son los pedidos no atendidos, de los cuales el 65,23% de estos no llegan a producirse por tener una planificación empírica y contar con personal no calificado pues la productividad de mano de obra es 109 bidones diarios y el otro 34,77% por devoluciones de pedido ya sea por rayaduras(38,14%), retraso en la entrega (15,46%) o inadecuada manipulación de producto terminado (46,39 %). Asimismo, existen devoluciones por recarga en proceso productivo por rayaduras (63,63%) y malos olores (36, 36%). Todo ello generaba en la empresa una utilidad promedio no percibida de S/. 639,09 mensual; es decir representaba un 34,40% de pérdida económica respecto a las utilidades de la empresa.
- Se determinó que la mejor herramienta para solucionar el problema de la empresa fueron las herramientas: Justo a Tiempo para contar con una producción ajustada a la demanda y satisfacer a los clientes y la información A3 a través de una matriz de ponderación de herramientas.
- Mediante las propuestas de mejora se lograría reducir las pérdidas económicas a 12,78%; es decir S/. 723,20 en promedio mensual a través del incremento del nivel de servicio a un 91,39%. Se realizó un estudio de tiempos a todas las actividades del proceso productivo, se equilibró las cargas de trabajo del personal operativo reduciendo el cuello de botella a 163,14 s. De esta manera, se aumentaría la producción diaria a 135 bidones, la capacidad real aumentaría un 23,85% y la eficiencia de la planta a 87,60%. Asimismo, se determinó que el plan agregado de producción más óptimo para la empresa es el de fuerza constante con horas extras ajustado a la demanda, reduciendo la jornada laboral a 7 horas diarias, excepto el primer bimestre donde la demanda aumenta y en diciembre para que el personal operativo tenga una semana de descanso. También se desarrolló la herramienta lean, Informe A3, con el fin de involucrar al personal operativo en la resolución de problemas y se tenga una cultura de mejora continua en la empresa. Por otro lado, se propuso la redistribución de planta para garantizar la inocuidad del producto y para obtener la certificación HACCP más adelante.

Por último, se presentó un programa de capacitación que permitirá facilitar la implementación de estas propuestas y mejorar el rendimiento del personal operativo.

- Para implementar la propuesta de mejora realizada en este proyecto se requiere de una inversión de S/. 25 766,65, con la cual se obtendrá un costo-beneficio de 1,28; es decir por cada sol invertido se tendrá una ganancia de S/. 0,28, un VAN de S/.52 519,86 y un TIR de 78,25%.

## **V. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda analizar que la empresa implemente una nueva línea de producción que pertenezca al mismo rubro ya que la jornada laboral es de un solo turno y el sector de bebidas se encuentra en aumento, 2,56% anual, para una futura investigación.
- Se sugiere que se investigue si la empresa debe contar con un almacén de producto terminado que se ubique en el centro de Chiclayo para poder atender sus pedidos en tiempo establecido con el cliente.

## VI. LISTA DE REFERENCIAS

- [1] Instituto de Estudios Económicos y Sociales, «Reporte Sectorial-Elaboración de agua embotellada,» Sociedad Nacional de Industrias, Lima, 2017
- [2]. F. Becerra Rodríguez, et al, *Gestión de la producción: una aproximación conceptual*, Colombia, 2008.
- [3] J. L. Torres Hernández, S. M. Pérez Pulgarín y J. Bermúdez Hernández, «Implementación del método Justo a Tiempo (JIT),» Revista CIES – ISSN 22116-0167, vol. 5, n° 02, pp. 9-28, 2014.
- [4] J. Vargas Hernández, G. Muratalla Bautista y M. Jiménez Castillo, «Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?,» Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, vol. 1, n° 17, pp. 153-174, 2016.
- [5] W. C. Schwagerman y J. M. Ulmer, «The A3 Lean Management and Leadership Thought Process, » The Journal of Technology, Management, and Applied Engineering, vol. 29, n° 4, p. 10, 2014.
- [6] C. S. Urieta y C. Elida, «Sostenibilidad Empresarial a través de la Manufactura de Clase Mundial,» Revista de Iniciación Científica, vol. 2, n° 1, p. 12, junio 2016.
- [7]. J. C. Cerón Espinoza, J. C. Madrid García y A. Gamboa Gómez, «Desarrollo y casos de aplicación de Lean Manufacturing,» Colciencias, vol. 11, n° 28, pp. 33-44, 22 agosto 2015.
- [8] R. Carro Paz y D. González Gómez, *El Sistema de Producción y Operaciones*, Argentina.
- [9] Cuatrecasas Arbós L., *Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible*, España: Profit Editorial, 2013.
- [10] C. Rojas Rodríguez, *Diseño y Control de Producción I*, Trujillo: Libertad E.I.R.L., 1996.
- [11] L, A, Mora García, “Los indicadores claves del desempeño logístico”, [En línea], Available: [http://www.fesc.edu.co/portal/archivos/e\\_libros/logistica/ind\\_logistica.pdf](http://www.fesc.edu.co/portal/archivos/e_libros/logistica/ind_logistica.pdf), [Último acceso: mayo 2018].
- [12] J. Flores Arriaga, «Gestiopolis,» [En línea]. Available: <https://www.gestiopolis.com/indicadores-de-servicio-al-cliente-ordenes-perfectas/>. [Último acceso: octubre 2018].
- [13] R. M. Andino, «Mejora de la productividad Just in Time y Lean Manufacturing,» de *Operaciones y Logística*, MBA, 2006, pp. 1-39.

- [14] Progressa Lean , «Progressa Lean,» [En línea]. Available: <https://www.progressalean.com/a3-report-herramienta-lean-manufacturing-de-resolucion-de-problemas/>. [Último acceso: 20 marzo 2019].
- [15] Instituto Lean Management, «Instituto Lean,» [En línea]. Available: <https://www.institutolean.org/index.php/es/workshops/lean-1x1/especializada?view=project&id=5:a3-report-resolucion-de-problemas>. [Último acceso: 20 marzo 2019].
- [16] B. W. Niebel y A. Freivalds, Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, México: Mc Graw Hill, 2009.
- [17] F. J. López Correa, Á.E. Pérez Pérez y J. Isaza Cadavid, *Métodos de trabajo hacia la competitividad*, Colombia: Politécnico Colombiano, 2012.
- [18] R. Monserrat González, Gestión de la Producción, Bogotá: IDEASPROPIAS EDITORIAL, 2010.
- [19] R. García Criollo, *Estudio del trabajo*, México: Mc Graw Hill.
- [20] G. Kanawaty, *Introducción al Estudio de trabajo*, Ginebra: Organización Internacional del trabajo, pp,10, 1996.
- [21] General Electric Company, Light Measurement and Control, Cleveland: G.E., 1965.
- [22] S. Lowry, H. Maynard y G. Stegemerten, Time and Motion Study and Formulas for Wage Incentives, Nueva York: McGraw-Hill, 1940.
- [23] D. L. Peña Orozco, Á. M. Neira García y R. A. Ruiz Grisales, «Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento,» *Scientia et Technica* , vol. 21, n° 3, pp. 239-247, 2016.
- [24] A. Farrera Gutiérrez, «Manual de Pronósticos para la Toma de Desiciones,» Editorial Digital, México, 2013.
- [25] R. B.Chase, F. Jacobs y N. J. Aquilano, Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros, México: McGraw-Hill, 2006.
- [26] J. Ramón Prado, La Planeación y Control de la Producción, México, 1992.
- [27] Ministerio de Trabajo y Promoción de Empleo, «Trabajo,» [En línea]. Available: <https://www.trabajo.gob.pe/archivos/file/dnit/horasextras.pdf>. [Último acceso: 2018].
- [28] J. Á. Zapata Cortes, Fundamentos de la Gestión de Inventarios, Bogotá: ESUMER, 2014

- [29] Slimstock, «Slimstock,» [En línea]. Available: <https://www.slimstock.com/cl/soluciones-de-inventario/>. [Último acceso: agosto 2018].
- [30] Congreso de la República, «Congreso,» 14 abril 2016. [En línea]. Available: [http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/ApoyComisiones/comision2011.nsf/DictamenesFuturo/D8D61D9D56A62C6505257F9C005DDB75/\\$FILE/DEFENSA.CONSUMIDOR\\_4067-2014-CR\\_Txt.Fav.Sust.Mayoria.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/ApoyComisiones/comision2011.nsf/DictamenesFuturo/D8D61D9D56A62C6505257F9C005DDB75/$FILE/DEFENSA.CONSUMIDOR_4067-2014-CR_Txt.Fav.Sust.Mayoria.pdf). [Último acceso: 10 marzo 2019].
- [31] Ministerio de Salud, «Sanipes,» 29 agosto 2008. [En línea]. Available: [http://www.sanipes.gob.pe/archivos/biblioteca/N\\_14\\_RM\\_591\\_2008\\_MINSA.pdf](http://www.sanipes.gob.pe/archivos/biblioteca/N_14_RM_591_2008_MINSA.pdf). [Último acceso: 10 marzo 2019].
- [32] C. A. Rueda Gómez, «Universidad de las Américas,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.udla.edu.ec/wp-content/uploads/2019/02/Buenas-Pr%C3%A1cticas-de-Manufactura-Bpm-en-el-Procesamiento-de-Alimentos-Carlos-Alberto-Rueda.pdf>. [Último acceso: septiembre 2018].
- [33] Congreso, «Leyes Congreso,» 2008. [En línea]. Available: <http://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/DecretosLegislativos/01062.pdf>. [Último acceso: 2018].
- [34] Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, «Sunass,» 12 marzo 2019. [En línea]. Available: [https://www.sunass.gob.pe/doc/normas%20legales/2019/sedapal\\_tarifas\\_as\\_32019.pdf](https://www.sunass.gob.pe/doc/normas%20legales/2019/sedapal_tarifas_as_32019.pdf).
- [35] J. Vilar, F. Gómez y M. Tejero, Las 7 nuevas Herramientas para la mejora de la Calidad, FC Editorial, 1997.
- [36] Codex Alimentarius, «FAO,» [En línea]. Available: [http://www.fao.org/ag/agn/CDfruits\\_es/others/docs/CAC-RCP1-1969.PDF](http://www.fao.org/ag/agn/CDfruits_es/others/docs/CAC-RCP1-1969.PDF). [Último acceso: 25 marzo 2019].
- [37] Ministerio de Trabajo y Promoción de Empleo, «Congreso,» [En línea]. Available: [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/BE35EA4B0DF56C0A05257E2200538D4C/\\$FILE/1\\_DECRETO\\_SUPREMO\\_003\\_27\\_03\\_1997.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/BE35EA4B0DF56C0A05257E2200538D4C/$FILE/1_DECRETO_SUPREMO_003_27_03_1997.pdf). [Último acceso: 26 marzo 2019].
- [38] J. R. Stock y D. M. Lambert, Gestión Estratégica de la Logística, Irwin Professional Publishing, 1987.

- [39] Instituto Nacional de Estadística e Informática, «INEI,» 22 junio 2018. [En línea]. Available: <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-no-107-2018-inei.pdf>. [Último acceso: 22 marzo 2019].
- [40] W. Andía Valencia, Proyectos de inversión. Guía para su formulación y evaluación estratégica. Centro de investigación y capacitación empresarial, Lima, 2005
- [41] L. A. García Leyton, «Tesis Doctorales en Red,» 2004. [En línea]. Available: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6830/04Lagl04de09.pdf>. [Último acceso: 30 marzo 2019].
- [42] M. D. Encinas Malagón y Z. Gómez de Balugera López de Alda, Evaluación De Impacto Ambiental: Aspectos Teóricos, 2011.
- [43] Greenleaf Ambiental Company Cia. Ltda., «CELEC,» [En línea]. Available: [https://www.celec.gob.ec/transelectric/images/stories/baners\\_home/EIA/cap9\\_se\\_el\\_inga.pdf](https://www.celec.gob.ec/transelectric/images/stories/baners_home/EIA/cap9_se_el_inga.pdf). [Último acceso: 30 marzo 2019].
- [44] INSTITUTO DE DESARROLLO E INVESTIGACION CONSTRUIR, «[www.institutoconstruir.org](http://www.institutoconstruir.org),» [En línea]. Available: <https://www.institutoconstruir.org/precios-internet/cielorasos.pdf>. [Último acceso: 2 abril 2019].
- [45] Municipalidad Provincial de Lambayeque, «<http://www.munilambayeque.gob.pe>,» 2013. [En línea]. Available: [http://www.munilambayeque.gob.pe/documentos/metas\\_pmm/TUPA\\_2013\\_SGCUAT.pdf](http://www.munilambayeque.gob.pe/documentos/metas_pmm/TUPA_2013_SGCUAT.pdf). [Último acceso: 2 abril 2019].
- [46] Gestión, «[gestion.pe](http://gestion.pe),» 3 marzo 2019. [En línea]. Available: <https://gestion.pe/economia/sunass-tarifa-agua-lima-probablemente-suba-mayo-262227>. [Último acceso: 2 abril 2019].
- [47] Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, «<http://www.osinergmin.gob.pe>,» 2018. [En línea]. Available: <http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/Paginas/VisorPreciosReferencia.aspx?Codigo=2018>. [Último acceso: 3 abril 2019].

[49] Dirección General de Salud Ambiental, «<http://www.digesa.minsa.gob.pe>,» [En línea]. Available: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/Infografia\\_tupa\\_29.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/Infografia_tupa_29.pdf). [Último acceso: 3 abril 2019].

[50] Ministerio de Salud, «[www.serviciosalciudadano.gob.pe](http://www.serviciosalciudadano.gob.pe),» [En línea]. Available: [https://www.serviciosalciudadano.gob.pe/tramites/143/4\\_30\\_0\\_0.htm](https://www.serviciosalciudadano.gob.pe/tramites/143/4_30_0_0.htm). [Último acceso: 3 abril 2019].

[51] Banco Central de Reserva del Perú, «<http://www.bcrp.gob.pe>,» diciembre 2018. [En línea]. Available: <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Inflacion/2018/diciembre/reporte-de-inflacion-diciembre-2018.pdf>. [Último acceso: 3 abril 2019].

[52] Fundación Carlos Slim, «[cdn3.capacitateparaeempleo.org](http://cdn3.capacitateparaeempleo.org),» [En línea]. Available: <https://cdn3.capacitateparaeempleo.org/assets/4eqz4uo.pdf>. [Último acceso: 3 abril 2019].

[53] Superintendencia de Banca, Seguros y AFP, «<http://www.sbs.gob.pe>,» 3 abril 2019. [En línea]. Available: <http://www.sbs.gob.pe/app/pp/EstadisticasSAEETPortal/Paginas/TIActivaTipoCreditoEmpresa.aspx?tip=B>. [Último acceso: 3 abril 2019].

## VII. ANEXOS

### Anexo 1. Carta Autorización de la Empresa



Chiclayo, 14 de junio de 2019

**UNIVERSIDAD SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Presente.-**

La empresa **Agua y Servicios y Derivados S.A.C.** autoriza por medio de la presente a la alumna **CIEZA CARRASCO, CINTHYA** con **DNI 70605268** estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería, a utilizar información de la empresa para la elaboración de su Tesis.

---

**ATENTAMENTE**  
**Sandra Marisol Odar Alcántara**  
**DNI: 73809644**  
Teléfono:989943420

## Anexo 2. Registro de Propiedad Industrial

 **PERU** Presidencia del Consejo de Ministros **INDECOPI**

### Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

**CERTIFICADO N° 00247351**

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 001696-2017/DSD - INDECOPI de fecha 16 de Febrero de 2017, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Producto, el siguiente signo:

Signo : La denominación **AQUA POSEIDÓN AGUA DE MESA** y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo adjunto.

Distingue : Aguas minerales; gaseosas y otras bebidas sin alcohol

Clase : 32 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0684076-2016

Titular : **AGUA Y SERVICIOS Y DERIVADOS S.A.C.**

País : Perú

Vigencia : 16 de Febrero de 2027

Tomo : 1237

Folio : 062

  
**RAY MELONI GARCIA**  
Director  
Dirección de Signos Distintivos  
INDECOPI

  
**AQUA POSEIDÓN**  
AGUA DE MESA

### Anexo 3. Análisis Microbiológico del Producto



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 003



#### INFORME DE ENSAYO N° 1-06749/17

Pág. 1/1

Solicitante : AGUA Y SERVICIOS Y DERIVADOS S.A.C.  
 Domicilio legal : Mza. S Lote. 5 Cpme la Explanada - Lambayeque - Chiclayo - Jose Leonardo Ortiz  
 Producto declarado : AGUA DE MESA SIN GAS  
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : 1 muestra x 20 L  
 Muestra proporcionada por el solicitante  
 Identificación de la muestra : AGUA POSEIDON / FP 01-03-17 - FV 01-06-17  
 Forma de Presentación : En bidón de polycarbonato, cerrado y conservado a temperatura ambiente  
 Fecha de recepción : 2017 - 05 - 03  
 Fecha de inicio del ensayo : 2017 - 05 - 03  
 Fecha de término del ensayo : 2017 - 05 - 05  
 Ensayo realizado en : Laboratorio de Microbiología  
 Identificado con : H/S 17005929 (EXAI-07988-2017)  
 Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

		Resultados
Ensayo	Unidad	n1
Detección de <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	/250 mL	Ausencia
Recuento de Heterótrofos en placa	UFC/mL	2

#### MÉTODOS

Detección de *Pseudomonas aeruginosa*: ISO 15266. 2006. Water quality – Detection and enumeration of *Pseudomonas aeruginosa* - Method by membrane filtration

Recuento de Heterótrofos en placa: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 22nd Ed. 2012. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method.

#### OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.  
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 06 de mayo de 2017  
 AA

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO  
 C.I.P. N° 40302  
 JEFE DE COORDINACIÓN DE LABORATORIOS

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

## Anexo 4. Análisis físico-químico del producto



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 003



### INFORME DE ENSAYO N° 1-03801/17

Pág. 1/5

Solicitante : AGUA Y SERVICIOS Y DERIVADOS S.A.C.  
Domicilio legal : Mza. S Lote. 5 Cprme la Explanada - Lambayeque - Chiclayo - Jose Leonardo Ortiz  
Producto declarado : AGUA DE MESA SIN GAS  
Cantidad de Muestras para el Ensayo : 1 muestra x 19 L  
Muestra proporcionada por el solicitante  
Identificación de la muestra : AGUA POSEIDON / FP 01-03-17 - FV 01-06-17  
Forma de Presentación : Bidon de Policarbonato, cerrado y conservadora a temperatura ambiente  
Fecha de recepción : 2017 - 03 - 03  
Fecha de inicio del ensayo : 2017 - 03 - 03  
Fecha de término del ensayo : 2017 - 03 - 13  
Ensayo realizado en : Laboratorio Ambiental / Microbiología / Toxinas e Hidrobiología / Laboratorio Sensorial  
Identificado con : H/S 17003063 (EXAI-04503-2017)  
Validez del documento : Este documento es válido solo para la muestras descritas

#### Análisis Físico Químico:

Ensayo	LD	Unidad	Resultados	
			n1	
(*)Aceites y Grasas	0,5	mg/L	<0,50	
Cianuro Total	0,004	mg/L	<0,004	
Cloro Residual	0,05	mg/L	<0,05	
Color	1	UC	1,21	
Nitrógeno Amomiacal	0,02	mg/L	< 0,02	
Conductividad	-	uS/cm	344	
Dureza Total	1	mgCaCO <sub>3</sub> /L	125,8	
Fenoles	0,001	mg/L	<0,001	
Sólidos Disueltos Totales	2,5	mg/L	209	
Turbiedad	1	NTU	<1	
pH	-	-	7,76	
Aniones por Cromatografía Iónica	Cloruro	0,08	mg/L	16,46
	Fluoruro	0,002	mg/L	0,090
	Nitrato	0,009	mg/L	0,598
	Nitrito	0,007	mg/L	< 0,007
	Sulfato	0,08	mg/L	31,2
	Clorato	0,002	mg/L	<0,002
Clorito	0,001	mg/L	<0,001	

LD Límite de detección  
(\*) "Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA"



CALLAO  
Oficina Principal  
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao  
T. (511) 319 9000  
info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE  
Urb. José Carlos Mariátegui s/n  
Centro Cívico, Nuevo Chimbote  
T. (043) 311 048

PIURA  
Urb. Angamos IE Av. Panamericana  
Nro. 0 Mz-A Lote - 02 - Piura  
T. (073) 322 908 / 9975 63161

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

## Anexo 5. Análisis de metales totales del producto



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 003



### Metales Totales por ICP-MS:

Ensayo	LD	Unidad	Resultados	
			n1	
Aluminio	0.0025	mg/L	0,1850	
Arsenico	0.0005	mg/L	0,00432	
Antimonio	0.0002	mg/L	<0,00020	
Bario	0.00015	mg/L	0,03369	
Berilio	0.00015	mg/L	<0,00015	
Bismuto	0.0025	mg/L	<0,00250	
Boro	0.01	mg/L	0,09525	
Cadmio	0.00005	mg/L	<0,000050	
Calcio	0.1	mg/L	39,47	
Cobalto	0.0003	mg/L	<0,00030	
Cobre	0.0003	mg/L	0,00351	
Cromo	0.0005	mg/L	<0,00050	
Estaño	0.00025	mg/L	<0,00025	
Estroncio	0.00045	mg/L	0,2125	
Fosforo	0.1	mg/L	<0,100	
Litio	0.00025	mg/L	0,00811	
Magnesio	0.01	mg/L	5.039	
Manganeso	0.00025	mg/L	0,01001	
Molibdeno	0.0002	mg/L	<0,00020	
Niquel	0.00035	mg/L	<0,00035	
Plata	0.00005	mg/L	<0,00005	
Piomo	0.0002	mg/L	<0,00020	
Potasio	0.01	mg/L	2,069	
Selenio	0.001	mg/L	<0,0010	
Silicio	0.01	mg/L	5.019	
Sodio	0.01	mg/L	16.55	
Titanio	0.0005	mg/L	<0,00050	
Teluro	0.0005	mg/L	<0,00050	
Taio	0.00016	mg/L	<0,00016	
Uranio	0.00005	mg/L	<0,00005	
Vanadio	0.0005	mg/L	0,00221	
Wolframio	0.0005	mg/L	<0,00050	
Zinc	0.0005	mg/L	<0,00050	
Hierro	0.01	mg/L	<0,0100	
Mercurio	0.00005	mg/L	<0,00005	

LD Límite de detección



\*EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD

## Anexo 6. Análisis Microbiológico e Hidrobiológico del producto



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 003



### INFORME DE ENSAYO N° 1-03801/17

Pág. 3/5

#### Análisis Microbiológico:

Ensayos	Unidad	Resultados
		n1
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	< 1,1
Coliformes Totales	NMP/100 mL	< 1,1
Colifagos (virus)	UFP/mL	<1 estimado
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	< 1,1

UFP: Unidad formadora de placas

#### Análisis Hidrobiológico:

##### Huevos de Helmintos:

GRUPO	CLASE	ESPECIE	RESULTADOS (Huevos/L)
H E L M I N T O S	Trematoda	<i>Fasciola hepatica</i>	< 1
		<i>Paragonimus</i> sp.	< 1
		<i>Schistosoma</i> sp.	< 1
		<i>Clonorchis</i> sp.	< 1
		<i>Echinostoma</i> sp.	< 1
	Cestoda	<i>Taenia</i> sp.	< 1
		<i>Dipylidium</i> sp.	< 1
		<i>Hymenolepis</i> sp.	< 1
		<i>Diphyllobothrium</i> sp.	< 1
	Nematoda	<i>Ascaris</i> sp.	< 1
		<i>Ancylostoma</i> sp./ <i>Necator</i> sp.	< 1
		<i>Trichouris</i> sp.	< 1
		<i>Capillaria</i> sp.	< 1
		<i>Trichostrongylus</i> sp.	< 1
Acanthocephala	<i>Strongyloides</i> sp.	< 1	
	<i>Macracanthorhynchus</i> sp.	< 1	

Nota: <1 es equivalente a la no detección de huevos de helmintos.  
El método no incluye la detección de larvas de helmintos, estos son reportados en la Determinación de Nematodos

#### (\*)Protozoarios Patógenos:

GRUPO	ORGANISMOS	REPORTE		
		ESPECIE	ESTADÍO	RESULTADO (Organismos/L)
PROTOZOARIOS	Amebas	<i>Entamoeba</i> sp.	.....	< 1
		<i>Endolimax</i> sp.	.....	
		<i>Blastocystis</i> sp.	.....	
		<i>Iodamoeba</i> sp.	.....	
		<i>Acanthamoeba</i> sp.	.....	
	Flagelados	<i>Chlamastix</i> sp.	.....	< 1
		<i>Giardia</i> sp.	.....	
	Ciliados	<i>Balantidium</i> sp.	.....	< 1
		<i>Isospora</i> sp.	.....	
	Esporozoarios	<i>Cryptosporidium</i> sp.	.....	< 1

Nota: < 1 equivale a que no se encontró quiste u oquistes.  
(\*) "Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA"



CALLAO  
Oficina Principal  
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao  
T. (511) 319 9000  
info@cerper.com - www.cerper.com

CHIMBOTE  
Urb. José Carlos Mariátegui s/n  
Centro Cívico, Nuevo Chimbote  
T. (043) 311 048

PIURA  
Urb. Angamos IE Av. Panamericana  
Nro. 0 Mz-A Lote - 02 - Piura  
T. (073) 322 908 / 9975 63161

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

## Anexo 7. Análisis determinación de fitoplancton, nematodos, zooplancton y físico sensorial



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 003



### INFORME DE ENSAYO N° 1-03801/17

Pág. 4/5

#### DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE FITOPLANCTON POR MICROSCOPIO INVERTIDO

TAXA / GRUPO / ESPECIE	RESULTADOS	
	DENSIDAD (Organismos/mL)	DENSIDAD (Organismos/L)
ALGAS (Total de Fitoplancton)	<1	<1

OBSERVACIONES: +1 Equivale a 0 organismos/L.  
(Organismos/mL) Expresión de resultados según: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 50200, C.1, F.2, c.1, 22nd Ed. 2012  
Plankton, Concentration Techniques, Phytoplankton Counting Techniques.  
(Organismos/L) Expresión de resultados según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA  
DS N° 015-2013-MINAM.

#### Determinación de Nematodos:

Ensayo	Resultado
Determinación de nematodos (Organismos/L)	<1

Note: <1 equivale a que no se encontró nematodos en ninguno de sus estados evolutivos, incluye larvas de helmintos

#### DETERMINACIÓN DE ZOOPLANCTON

TAXÓN	ESTADIO	Resultados
		Organismos / L
PRÓTOZOARIOS (no parásitos)		<1
ROTÍFEROS		<1
COPEPODOS		<1

OBSERVACIONES: +1 Equivale a 0 Organismos/L.

#### Análisis Físico Sensorial:

ENSAYOS (PROPIEDADES)	ESCALA DE RESPUESTAS			RESULTADOS	
	3: Calidad deseable	2: Calidad tolerable	1: Calidad negativa		
OLOR	ACEPTABLE	INOFENSIVO	NO ACEPTABLE	3	ACEPTABLE
SABOR	ACEPTABLE	INOFENSIVO	NO ACEPTABLE	3	ACEPTABLE



DEBIDO A ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE\*



## Anexo 9. Encuesta dirigida a Personal Operativo

**INSTRUCCIÓN:** Las respuestas de este cuestionario ayudará a conocer el nivel de conocimiento del personal operativo acerca del proceso productivo de Agua y Servicios y Derivados S.A.C. Responda las siguientes preguntas para conocer la realidad de la empresa y pueda proponer mejoras.

**Edad:** \_\_\_\_\_

1. ¿Cuál es su antigüedad laboral dentro de la empresa?

\_\_\_\_\_

2. ¿Usted sabe la cantidad que se debe de producir antes de empezar sus actividades?

\_\_\_\_\_

3. ¿Cuál es la producción diaria promedio que tiene la empresa?

\_\_\_\_\_

4. ¿Usted sabe cuál es el valor de pH que presenta el producto terminado?

\_\_\_\_\_

5. ¿Cuáles son los criterios microbiológicos que el producto de la empresa debe de cumplir según DIGESA?

\_\_\_\_\_

6. ¿Por qué cree que la empresa no puede atender todos los pedidos solicitados?

\_\_\_\_\_

7. ¿Ha recibido alguna capacitación por parte de la empresa?

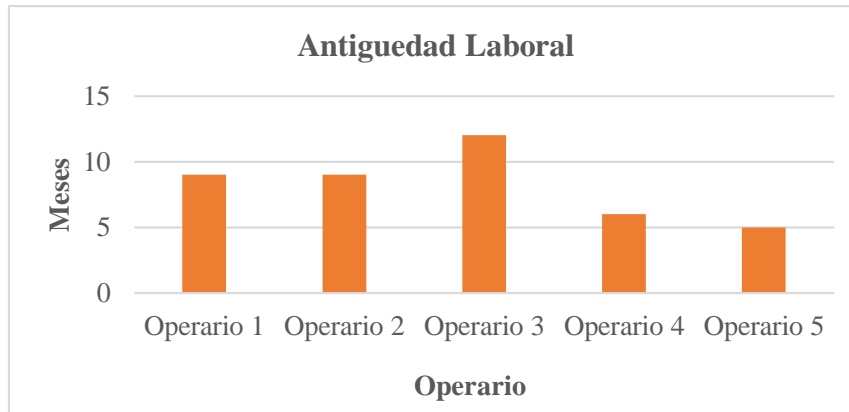
\_\_\_\_\_

8. Si la respuesta es sí, ¿cuál fue el tema de capacitación? ¿quién la brindó?

\_\_\_\_\_

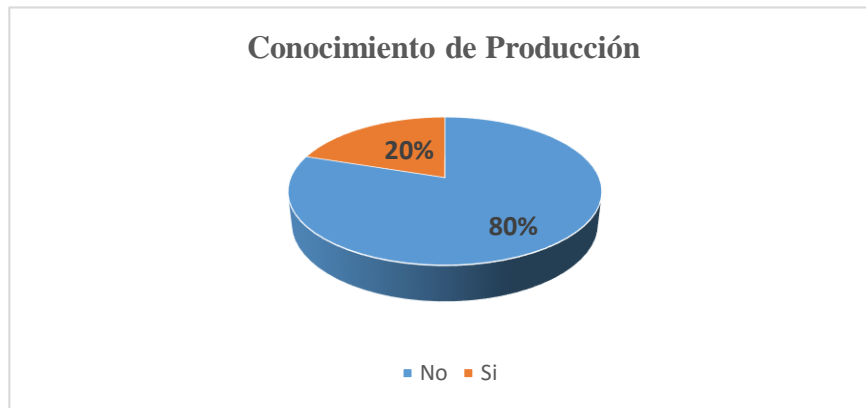
## Anexo 10. Análisis de Resultados de la encuesta

1.



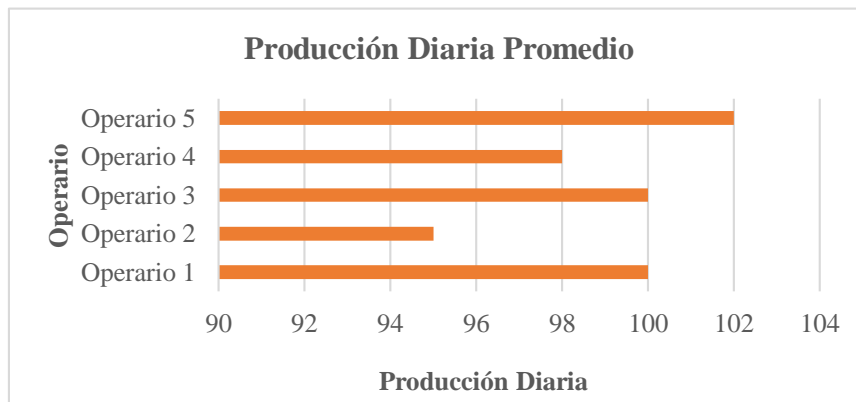
Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

2.



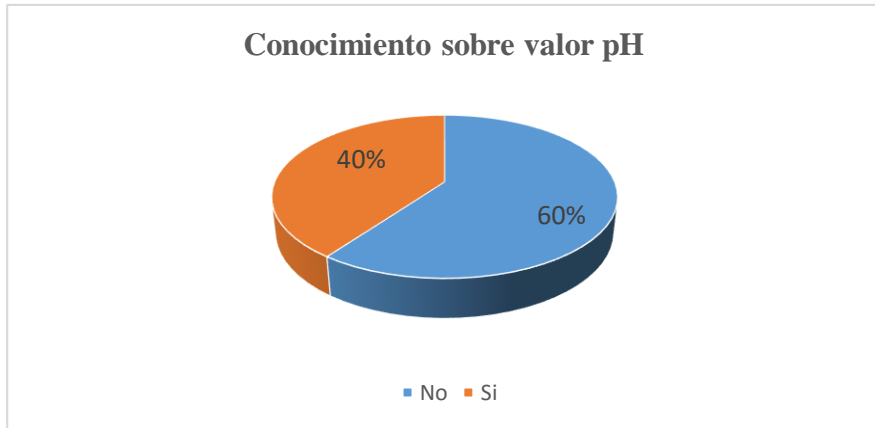
Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

3.



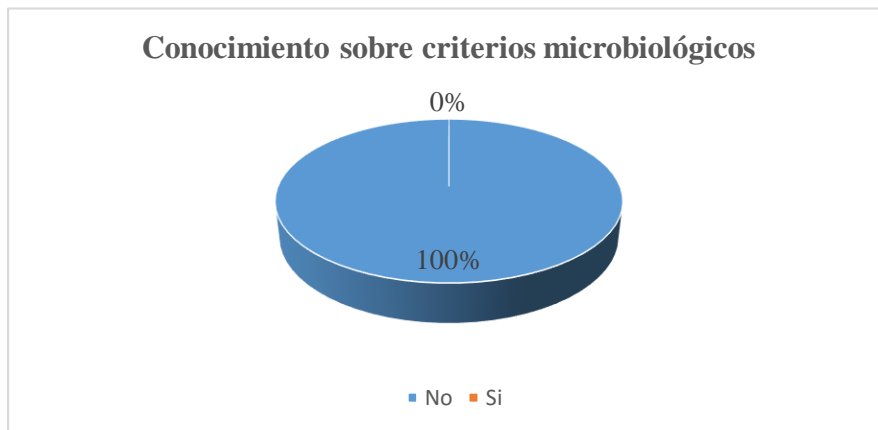
Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

4.



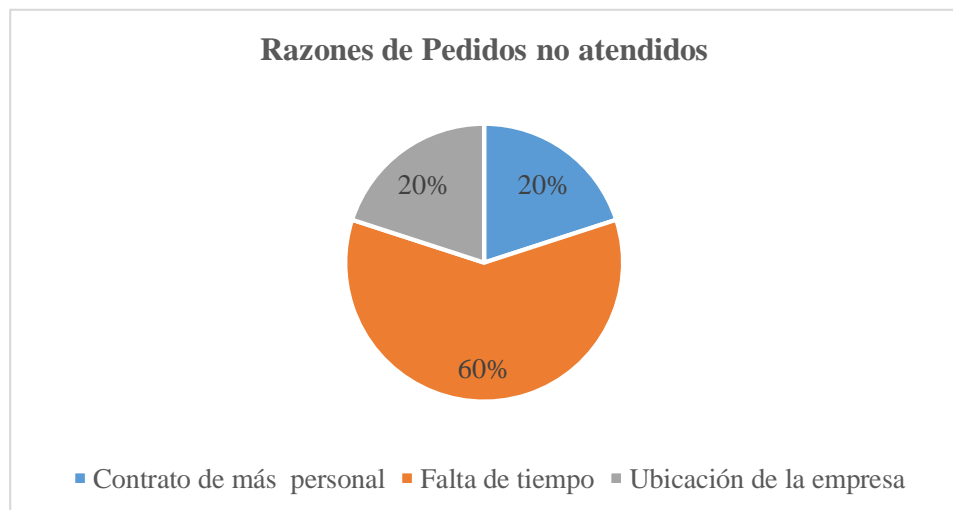
Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

5.



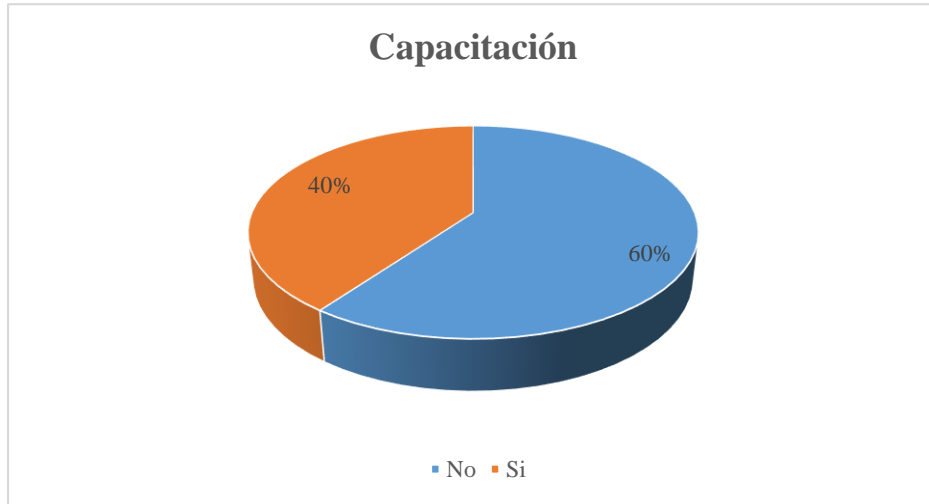
Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

6.



Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

7.



Fuente: Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

### Anexo 11. Sistema de Purificación de agua de la empresa




Anexo 12. Recibo de Luz de Agua y Servicios y Derivados S.A.C.

RECIBO Nº 251-37914345  
José leonardo ortiz, Chiclayo -

Para Consultas, su código es: **25835510**

**ODAR ESCOBEDO, JORGE LUIS**  
Mz. "S" 00005 CPMc. LA EXPLANADA  
Mz. "S" 00005 CPMc. LA EXPLANADA

Marzo-2019



**Ensa**  
EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO  
DE ELECTRICIDAD DEL NORTE S.A.  
San Martín N° 250 - Chiclayo  
R.D.C. 20533117000

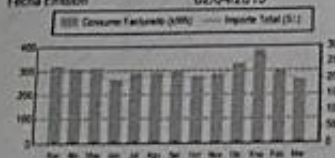
**DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO**

Tensión y SED	220 V - BT / D-201256
Siel. Eléctrico	S201 Chiclayo (ST2)
Tipo de Conexión	Monofásica-Aéreo(C1.1)
Opción Tarifaria	BT5B - Residencial
Medidor Nº	00000000141214 - Electrón.
Alínea	2
Lectura Anterior	20.280,00 (01/03/2019)
Lectura Actual	20.540,00 (31/03/2019)
Diferencia de Lectura	260,00
Factor	1,0000
Consumo	260,00 kWh
Cons. Prom.S	309,83 kWh

Potencia Contratada: 2,00 kW.  
Inicio Contrato: 23/06/2006  
Termino Contrato: 22/06/2019  
Fecha Finicio: 02/04/2019

**IMPORTE FACTURADOS**

Recibo por Consumo del 02/03/2019 al 31/03/2019	
Cargo Fijo	3,22
Cargo por Reparación y Mantenimiento	1,05
Env. Activos (0,5804 x 260,000 kWh)	150,90
Alimentación Pública (Alcanta 1/0,3000)	5,77
<b>SUB TOTAL</b>	<b>161,94</b>
Imp. Grad. a las Ventas	29,69
Subto por rebando	5,63
Diferencia de rebando	5,91
Aporte Ley No. 28748 - 8,0084	2,19
Compensación según NTCSE-Tendeb	-3,75
<b>TOTAL RECIBO DE MARZO 2019</b>	<b>183,10</b>
Aporte FOSE (Ley 127510) S/ 5,63	



Año 2019


Importe 2 Últimas Meses Facturados	
ENE - 2019 S/ 278,10	FEB - 2019 S/ 218,00

**ATENCION**  
Se comunica a todos nuestros clientes **NO** realizar sus pagos en **KASNET a Nivel Nacional / Agentes** por término de Contrato.

FECHA DE VENCIMIENTO **23/04/2019**

**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*193.10**

RECIBO Nº 251-37914345 **Marzo-2019**  
 Suministro: 25835510 ODAR ESCOBEDO, JORGE LUIS  
 José leonardo ortiz, Chiclayo - Lambayeque/  
 2949 - 10.744 - 2290 / 02/04/2019 / 23/04/2019  
**TOTAL A PAGAR S/ \*\*\*\*\*193.10**



**Anexo 13. Tiempos actuales del proceso productivo**

ETAPA	ACTIVIDADES	BIDÓN DE 20 L CON AGUA DE MESA (s)										PROMEDIO (S)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>Pre-lavado</b>	Despiece del bidón con caño	12,8	12,5	12,5	12,7	12,5	12,4	12,7	12,6	12,7	12,5	12,59
	Desarme del caño	4,7	4,5	4,5	4,6	4,5	4,6	4,6	4,7	4,8	4,6	4,61
	Lavado manual del caño	8,9	8,9	8,8	8,7	8,9	8,9	8,8	8,8	8,7	8,9	8,83
	Pre-lavado manual del bidón	180,7	181,0	181,6	185,0	184,0	184,5	182,5	182,2	181,8	184,0	182,73
	Armado del bidón	10,7	10,5	10,6	10,8	10,6	10,4	10,6	10,3	10,5	10,7	10,57
	Lavado de cápsula linner	5,8	5,6	5,5	5,7	5,6	5,8	5,6	5,5	5,8	4,6	5,55
<b>Lavado</b>	Lavado automático del bidón	128,0	127,9	128,5	128,0	128,8	128,5	128,5	128,0	128,5	128,3	128,30
	Desinfección automática del bidón	40,4	40,0	41,5	40,8	40,5	40,5	40,8	40,7	40,8	40,7	40,67
<b>Envasado</b>	Llenado del bidón	21,5	21,0	21,0	20,5	21,5	21,6	21,0	20,8	21,3	21,0	21,12
	Tapado	15,6	15,7	14,9	16,5	14,9	15,1	15,3	16,3	15,5	15,2	15,50
	Sellado	11,1	11,0	11,2	11,0	11,0	11,0	11,3	11,5	11,5	11,8	11,24
	Etiquetado	52,0	52,0	52,5	52,0	52,0	52,0	52,0	52,1	52,3	52,0	52,09
	Codificado	16,0	16,3	16,0	16,8	16,8	16,2	16,1	16,5	16,6	16,4	16,37
<b>Almacenamiento</b>	Traslado a almacén	13,8	13,5	14,0	14,1	14,3	14,1	14,0	14,0	14,5	14,5	14,08
<b>Total (s)</b>		<b>522,0</b>	<b>520,4</b>	<b>523,1</b>	<b>527,2</b>	<b>525,9</b>	<b>525,6</b>	<b>523,8</b>	<b>524,0</b>	<b>525,3</b>	<b>525,2</b>	<b>524,250</b>
<b>Total (min)</b>		<b>8,70</b>	<b>8,67</b>	<b>8,72</b>	<b>8,79</b>	<b>8,77</b>	<b>8,76</b>	<b>8,73</b>	<b>8,73</b>	<b>8,76</b>	<b>8,75</b>	<b>8,74</b>

### Anexo 14. Tiempo estándar del proceso productivo

Actividad	Tiempo promedio (s)	Factor de calificación	Tiempo normal (s)	Suplementos por descanso						Tiempo estándar (s)
				A	B	C	D	E	F	
Despiece del bidón con caño	12,59	0,84	10,576	5	4	2	2	2	0	12,442
Desarme del caño	4,61	0,84	3,872	5	4	2	2	2	0	4,556
Lavado manual del caño	8,83	0,84	7,417	5	4	2	2	2	0	8,726
Pre-lavado manual del bidón	182,73	0,84	153,493	5	4	2	2	2	0	180,580
Armado del bidón	10,570	0,84	8,879	5	4	2	0	2	0	10,206
Lavado de cápsula liner	5,55	0,84	4,662	5	4	2	2	2	0	5,485
Lavado automático del bidón	128,3	0,84	107,772	5	4	2	0	2	0	123,876
Desinfección automática del bidón	40,67	0,84	34,163	5	4	2	0	2	0	39,268
Llenado del bidón	21,12	0,84	17,741	5	4	2	0	2	0	20,392
Tapado	15,14	0,84	12,718	5	4	2	0	2	5	15,509
Sellado	11,24	0,84	9,442	5	4	2	0	2	0	10,852
Etiquetado	52,09	0,84	43,756	5	4	2	2	2	5	54,695
Codificado	16,37	0,84	13,751	5	4	2	2	2	0	15,806
Traslado a almacén	14,08	0,84	11,827	5	4	2	2	2	5	14,784
<b>Tiempo total</b>									<b>517,18</b>	

## Anexo 15. Guías de Trabajo para la mejora de trabajo



### Guía de Trabajo Área de Producción y Almacén de Producto Terminado


**Objetivo:** Brindar lineamientos generales para mejorar la forma de trabajo y comprensión de la relación entre el área de Producción y Almacén de Producto Terminado.

**Pasos:**

- 1) Definir la cantidad de producción diaria que se va efectuar, teniendo en cuenta el objetivo de la empresa.
- 2) Disponer de la cantidad necesaria de materiales directos empleados para el envasado de un bidón de 20 L: 1 bidón con caño, 1 etiqueta, 2 precintos y 1 cápsula linner.
- 3) Al ingresar al área de producción se debe usar el pediluvio para desinfectar las botas, maniluvio para lavar las manos y emplear cofia, guantes y mascarilla.
- 4) Inicio de las etapas del proceso de envasado.
- 5) Una vez obtenido el bidón de 20 L terminado, dirigirlo al almacén de producto terminado.
- 6) El encargado del almacén de producto terminado será responsable del llenado de registro de control diario.

7) El llenado de este formato se realizará de la siguiente manera:

- ✓ Se tomará en cuenta la cantidad de productos terminados ya existentes de la producción anterior.
- ✓ Al terminar la jornada laboral, colocar la cantidad diaria que fue producida.
- ✓ Sumar la cantidad existente con la producida, para calcular el total de producto terminado en almacén.
- ✓ Asimismo, se contarán las unidades que fueron retiradas de almacén para la venta, agregando su precio unitario (S/30.00) para determinar en soles la cantidad vendida.
- ✓ Con esta información, continuar con el cálculo de la existencia final diaria que se tendrá.

 <p><b>AQUA POSEIDÓN</b> AGUA DE MESA</p> <p>Agua y Servicios y Derivados S.A.C.</p>				<b>Registro de Control Diario en Almacén de Producto Terminado</b>			
				RUC	20600438337	Dirección	MZA. 5 LOTE. 5 CPME LA EXPLANADA
				Fecha		Tipo de actividad	Invasado y Comercialización de bidones
PRODUCTO	EXISTENCIA (und)	INGRESA (und)	TOTAL (und)	SALEN VENTAS(und)	P.U. (S/.)	TOTAL VENTAS (S/.)	EXISTENCIA FINAL (und)
Nombre del Responsable				Firma del Responsable			



**Guía de Trabajo**  
**Control de calidad en el proceso de purificación y  
envasado de bidones de 20 L**

**Objetivo:** Brindar lineamientos generales para una mejorar la verificación de la calidad en el proceso de purificación y envasado de bidones de 20 L con agua purificada.

**Pasos:**

1. Colocar hipoclorito de sodio (3-4 ppm) al tanque de agua, como mínimo 2 horas antes de que inicie el proceso de purificación.
2. Al ingresar al área de producción usar el pediluvio para desinfectar las botas, utilizar el maniluvio para lavar las manos y emplear cofia, guantes y mascarilla.
3. El jefe de producción debe tomar muestras de agua para realizar las pruebas químicas correspondientes mediante tiras de pH verificando las características físico-químicas que debe cumplir el producto en el inicio y durante el proceso de envasado.
4. En el proceso de envasado, el operario tendrá las siguientes consideraciones:
  - ✓ Debe verificar el lavado de caño y cápsula linner (tapa).
  - ✓ Para el lavado del bidón, emplear Novagras para el lavado interno y externo de este y luego Divosan para la para externa.
  - ✓ Verificar que el bidón no presente olores que afecten la calidad del producto, si es que cuenta con ellos, el operario debe descartarlo.

5. En el lavado, desinfectado y llenado automático del bidón verificar nuevamente si presenta olores.
6. En el ensamblaje, inspeccionar que:
  - ✓ La cápsula linner (tapa) se encuentre libre de defectos de impresión, rebaba pequeña y rayaduras leves.
  - ✓ Cuando los precintos sean colocados en la cápsula linner (tapa) y en el caño, abarquen completamente estos elementos.
  - ✓ El codificado se encuentre con la fecha correcta y esté libre de defectos de tinta.
7. Antes de proceder al traslado del producto terminado al almacén, el operario debe inspeccionarlo teniendo en cuenta las consideraciones mencionadas anteriormente a lo largo del proceso.
8. El jefe de producción debe tomar muestras de los productos terminados para controlar la calidad del agua envasada.



## Guía de Trabajo

### Área de Ventas

**Objetivo:** Brindar lineamientos generales para mejorar la forma de trabajo del área de ventas para cuantificar la cantidad de pedidos que no son atendidos y motivos de devoluciones del cliente.

**Pasos:**

Para la solicitud de un pedido, la persona encargada de las ventas tendrá la responsabilidad de emplear el registro del área de ventas.

El llenado de este formato se considerará lo siguiente:

- ✓ Colocar la cantidad de productos que compró cada cliente, así como los que rechazó por demora en la entrega y los devueltos.
- ✓ En la etiqueta de observaciones se colocará la hora en que fueron solicitados y recibidos los pedidos. Además, se considerará cualquier inconveniente que haya sucedido.

 Agua y Servicios y Derivados S.A.C.				<b>Registro del área de Ventas</b>		
				RUC	20600438337	Dirección
		Fecha	Tipo de actividad	Elaboración y Comercialización de bidones		
Productos entregados por almacén	Nombre de Cliente	Dirección del cliente	Productos vendidos	Productos rechazados	Observaciones	
Nombre del Responsable				Firma del Responsable		

### Anexo 16. Ajuste de mínimos cuadrados

Mes	x	Producción (Y)	XY	X2	Y2
Ene-16	1	1 644	1 644	1	2 702 736
Feb-16	2	1 681	3 362	4	2 825 761
Mar-16	3	1 681	5 043	9	2 825 761
Abr-16	4	1 582	6 328	16	2 502 724
May-16	5	1 566	7 830	25	2 452 356
Jun-16	6	1 536	9 216	36	2 359 296
Jul-16	7	1 565	10 955	49	2 449 225
Ago-16	8	1 576	12 608	64	2 483 776
Set-16	9	1 574	14 166	81	2 477 476
Oct-16	10	1 576	15 760	100	2 483 776
Nov-16	11	1 730	19 030	121	2 992 900
Dic-16	12	2 308	27 696	144	5 326 864
Ene-17	13	1 938	25 194	169	3 755 844
Feb-17	14	2 748	38 472	196	7 551 504
Mar-17	15	2 078	31 170	225	4 318 084
Abr-17	16	1 974	31 584	256	3 89 6676
May-17	17	1 921	32 657	289	3 690 241
Jun-17	18	1 869	33 642	324	3 493 161
Jul-17	19	1 865	35 435	361	3 478 225
Ago-17	20	1 810	36 200	400	3 276 100
Set-17	21	1 843	38 703	441	3 396 649
Oct-17	22	1 868	41 096	484	3 489 424
Nov-17	23	1 884	43 332	529	3 549 456
Dic-17	24	1 981	47 544	576	3 924 361
Ene-18	25	2 614	65 350	625	6 832 996
Feb-18	26	3 296	85 696	676	10 863 616
Mar-18	27	2 490	67 230	729	6 200 100
Abr-18	28	2 282	63 896	784	5 207 524
May-18	29	2 208	64 032	841	4 875 264
Jun-18	30	2 234	67 020	900	4 990 756
Jul-18	31	2 238	69 378	961	5 008 644
Ago-18	32	2 177	69 664	1 024	4 739 329
Set-18	33	2 194	72 402	1 089	4 813 636
Oct-18	34	2 226	75 684	1 156	4 955 076
Nov-18	35	2 271	79 485	1 225	5 157 441
Dic-18	36	2 216	79 776	1 296	4 910 656
<b>Total</b>	<b>666</b>	<b>72 244</b>	<b>1 428 280</b>	<b>16 206</b>	<b>150 257 414</b>

**Anexo 17. Demanda proyectada para el año 2020-2024**

<b>Año 2020</b>	<b>Demanda Proyectada (und)</b>	<b>Año 2021</b>	<b>Demanda Proyectada (und)</b>	<b>Año 2022</b>	<b>Demanda Proyectada (und)</b>	<b>Año 2023</b>	<b>Demanda Proyectada (und)</b>	<b>Año 2024</b>	<b>Demanda Proyectada (und)</b>
Ene-20	2 831	Ene-21	3 061	Ene-22	3 299	Ene-23	3 520	Ene-24	3 749
Feb-20	3 512	Feb-21	3 742	Feb-22	3 980	Feb-23	4 201	Feb-24	4 430
Mar-20	2 706	Mar-21	2 935	Mar-22	3 173	Mar-23	3 394	Mar-24	3 624
Abr-20	2 498	Abr-21	2 728	Abr-22	2 966	Abr-23	3 187	Abr-24	3 416
May-20	2 424	May-21	2 654	May-22	2 892	May-23	3 113	May-24	3 343
Jun-20	2 450	Jun-21	2 679	Jun-22	2 917	Jun-23	3 138	Jun-24	3 368
Jul-20	2 455	Jul-21	2 685	Jul-22	2 923	Jul-23	3 144	Jul-24	3 374
Ago-20	2 394	Ago-21	2 623	Ago-22	2 861	Ago-23	3 082	Ago-24	3 312
Set-20	2 411	Set-21	2 640	Set-22	2 878	Set-23	3 099	Set-24	3 328
Oct-20	2 443	Oct-21	2 672	Oct-22	2 910	Oct-23	3 131	Oct-24	3 360
Nov-20	2 488	Nov-21	2 718	Nov-22	2 955	Nov-23	3 177	Nov-24	3 406
Dic-20	24 33	Dic-21	2 662	Dic-22	2 900	Dic-23	3 122	Dic-24	3 352
<b>Total</b>	<b>31 045</b>	<b>Total</b>	<b>33 799</b>	<b>Total</b>	<b>36 654</b>	<b>Total</b>	<b>39 308</b>	<b>Total</b>	<b>42 062</b>

## Anexo 18. Factores Ambientales de Impacto Ambiental

<b>A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS</b>	
<b>A.1 TIERRA</b>	
a. Recursos minerales	d. Geomorfología
b. Material de construcción	e. Campos magnéticos y radiactividad de fondo
c. Suelos	f. Factores físicos singulares
<b>A.2 AGUA</b>	
a. Superficiales	e. Temperatura
b. Marinas	f. Recarga
c. Subterráneas	g. Nieve, hielos y heladas
d. Calidad	
<b>A.3 ATMÓSFERA</b>	
a. Calidad (gases, partículas)	c. Temperatura
b. Clima (micro, macro)	
<b>A.4 PROCESOS</b>	
a. Inundaciones	e. Sorción (intercambio de iones, complejos)
b. Erosión	f. Compactación y asentamientos
c. Deposición (sedimentación y precipitación)	g. Estabilidad
d. Solución	h. Sismología (terremotos)
	i. Movimientos de aire
<b>B. CONDICIONES BIOLÓGICAS</b>	
<b>B.1 FLORA</b>	
a. Árboles	f. Plantas acuáticas
b. Arbustos	g. Especies en peligro
c. Hierbas	h. Barreras, obstáculos
d. Cosechas	i. Corredores
e. Microflora	
<b>B.2 FAUNA</b>	
a. Aves	f. Microfauna
b. Animales terrestres, incluso reptiles	g. Especies en peligro
c. Peces y mariscos	h. Barreras
d. Organismos bentónicos	i. Corredores
e. Insectos	
<b>C. FACTORES CULTURALES</b>	
<b>C.1 USOS DEL TERRITORIO</b>	
a. Espacios abiertos y salvajes	f. Zona residencial
b. Zonas húmedas	g. Zona comercial
c. Silvicultura	h. Zona industrial
d. Pastos	i. Minas y canteras
e. Agricultura	
<b>C.2 RECREATIVOS</b>	
a. Caza	e. Camping
b. Pesca	f. Excursión
c. Navegación	g. Zonas de recreo
d. Zona de baño	
<b>C.3 ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO</b>	
a. Vistas panorámicas y paisajes	f. Parques y reservas
b. Naturaleza	g. Monumentos
c. Espacios abiertos	h. Especies o ecosistemas especiales
d. Paisajes	i. Lugares u objetos históricos o arqueológicos
e. Agentes físicos singulares	j. Desarmonías
<b>C.4 NIVEL CULTURAL</b>	
a. Modelos culturales (estilos de vida)	c. Empleo
b. Salud y seguridad	d. Densidad de población
<b>C.5 SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA</b>	
a. Estructuras	d. Disposición de residuos
b. Red de transportes (movimiento, accesos)	e. Barreras
c. Red de servicios	f. Corredores
<b>D. RELACIONES ECOLÓGICAS</b>	
a. Salinización de recursos hidráulicos	e. Salinización de suelos
b. Eutrofización	f. Invasión de maleza
c. Vectores, insectos y enfermedades	g. Otros
d. Cadenas alimentarias	
<b>E. OTROS</b>	

## Anexo 19. Acciones propuestas que pueden causar Impacto Ambiental

<b>A. MODIFICACIÓN DEL REGIMEN:</b>	
a) Introducción de flora y fauna exótica b) Controles biológicos c) Modificación del hábitat d) Alteración de la cubierta terrestre e) Alteración de la hidrología f) Alteración del drenaje	g) Control del río y modificación del flujo h) Canalización i) Riego j) Modificación del clima k) Incendios l) Superficie o pavimento m) Ruido y vibraciones
<b>B. TRANSFORMACIÓN DEL TERRITORIO Y CONSTRUCCIÓN:</b>	
a) Urbanización b) Emplazamientos industriales y edificio c) Aeropuertos d) Autopistas y puentes e) Carreteras y caminos f) Vías férreas g) Cables y elevadores h) Líneas de transmisión, oleoductos y corredores i) Barreras incluyendo vallados j) Dragados y alineado de canales	k) Revestimiento de canales l) Canales m) Presas y embalses n) Escolleras, diques, puertos deportivos y terminales marítimas o) Estructuras en alta mar p) Estructuras recreacionales q) Voladuras y perforaciones r) Desmontes y rellenos s) Túneles y estructuras subterráneas
<b>C. EXTRACCIÓN DE RECURSOS:</b>	
a) Voladuras y perforaciones b) Excavaciones superficiales c) Excavaciones subterráneas d) Perforación de pozos y transporte de fluidos	e) Dragados f) Explotación forestal g) Pesca comercial y caza
<b>D. PROCESOS:</b>	
a) Agricultura b) Ganaderías y pastoreo c) Pterios d) Industrias lácteas e) Generación energía eléctrica f) Minería g) Metalurgia	h) Industria química i) Industria textil j) Automóviles y aeroplanos k) Refinerías de petróleo l) Alimentación m) Herrerías (explotación de maderas) n) Celulosa y papel o) Almacenamiento de productos
<b>E. ALTERACIONES DEL TERRENO:</b>	
a) Control de la erosión, cultivo en terrazas o bancales b) Sellado de minas y control de residuos c) Rehabilitación de minas a cielo abierto	d) Paisaje e) Dragado de puertos f) Aterramientos y drenajes
<b>F. RECURSOS RENOVABLES:</b>	
a) Repoblación forestal b) Gestión y control vida natural	c) Recarga aguas subterráneas d) Fertilización e) Reciclado de residuos
<b>G. CAMBIOS EN TRÁFICO:</b>	
a) Ferrocarril b) Automóvil c) Camiones d) Barcos e) Aviones f) Tráfico fluvial	g) Deportes náuticos h) Caminos i) Telecables, telecabinas, etc. j) Comunicaciones k) Oleoductos
<b>H. SITUACIÓN Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS</b>	
a) Vertidos en mar abierto b) Vertedero c) Emplazamiento de residuos y desperdicios mineros d) Almacenamiento subterráneo e) Disposición de chatarra f) Derrames en pozos de petróleo g) Disposición en pozos profundos	h) Vertido de aguas de refrigeración i) Vertido de residuos urbanos j) Vertido de efluentes líquidos k) Balsas de estabilización y oxidación l) Tanques y fosas sépticas, comerciales y domésticas m) Emisión de corrientes residuales a la atmósfera n) Lubricantes o aceites usados
<b>I. TRATAMIENTO QUÍMICO:</b>	
a) Fertilización b) Descongelación química de autopistas, etc.	c) Estabilización química del suelo d) Control de maleza y vegetación terrestre e) Pesticidas
<b>J. ACCIDENTES:</b>	
a) Explosiones b) Escapes y fugas	c) Fallos de funcionamiento
<b>K. OTROS:</b>	
a)...	...b).

## Anexo 20. Costo de Demolición de Muros

CONCEPTO	UNIDAD	Cantidad	P.Unitario	T.Parcial	TOTAL
<b>DEMOLICION DE MUROS DE LADRILLO K.K. CABEZA</b>			<b>Costo</b>	<b>por M2 =</b>	<b>27.78</b>
			Rendimto=	3.8 M2/Dia	
			Unidad =	M2	
			Jornada =	8 Horas	
0.1 CpB + Op + Of +1.0 Pe = 3.8 M2/Dia					
MANO de OBRA					26.46
CAPATAZ CLASE "B"	HH	0.2105	17.58	3.70	
PEON	HH	2.1053	10.81	22.76	
EQUIPO					1.32
HERRAMIENTAS MANUALES(% MANO DE OBRA)	1%	5.0000	0.00	1.32	

## Anexo 21. Costo de concreto de muros

CONCEPTO	UNIDAD	Cantidad	P.Unitario	T.Parcial	TOTAL
<b>CONCRETO EN MUROS E= 0.35m F'C=175KG/CM</b>			<b>Costo</b>	<b>por M3 =</b>	<b>285.23</b>
			Rendimto=	20 M3/Dia	
			Unidad =	M3	
			Jornada =	8 Horas	
0.2 CpB + 2.0 Op + 1.0 Of +12.0 Pe = 20 M3/Dia					
MANO de OBRA					79.73
CAPATAZ CLASE "B"	HH	0.0800	17.58	1.41	
OFICIAL	HH	0.4000	11.97	4.79	
OPERADOR	HH	0.8000	13.52	10.82	
OPERARIO	HH	0.8000	13.52	10.82	
PEON	HH	4.8000	10.81	51.89	
EQUIPO					18.10
HERRAMIENTAS MANUALES(% MANO DE OBRA)	1%	1.0000	0.00	0.80	
MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 16P3 20-35HP	HM	0.4000	31.50	12.60	
VIBRADOR DE CONCRETO GASOLIONA 5 HP	HM	0.4000	11.76	4.70	
MATERIALES					187.40
ARENA GRUESA	M3	0.4700	35.29	16.59	
ACEITE M. 300	GL	0.0010	41.17	0.04	
AGUA	M3	0.1840	1.83	0.34	
CEMENTO PORTLAND TIPO I "SOL" PUESTO EN	BL	9.8800	14.12	139.51	
PIEDRA CHANCADA DE 1/2	M3	0.6100	50.42	30.76	
GASOLINA 84 OCTANOS	GL	0.0160	8.40	0.13	
GRASA POTE 200 GR	UN	0.0080	3.78	0.03	

## Anexo 22. Costo de encofrado y desencofrado para el muro

CONCEPTO	UNIDAD	Cantidad	P.Unitario Costo	T.Parcial por M2 =	TOTAL
<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MURO</b> (AMBAS CARAS) (a mano)0.2cap"B"+1op+1pe					<b>26.26</b>
				Rendimto= 18M2/D Unidad = M2	
Cp + Op + Of + Pe = 18M2/D					
MANO de OBRA					12.36
CAPATAZ CLASE "B"	HH	0.0890	17.58	1.56	
OPERARIO	HH	0.4440	13.52	6.00	
PEON	HH	0.4440	10.81	4.80	
EQUIPO					0.12
HERRAMIENTAS MANUALES(% MANO DE OBRA)	1%	1.0000	0.00	0.12	
MATERIALES					13.78
CLAVOS DE 2 A 4	KG	0.2200	4.62	1.02	
ALAMBRE NEGRO # 8	KG	0.1200	4.62	0.55	
MADERA TORNILLO LARGA	P2	4.0700	3.00	12.21	

## Anexo 23. Costo de limpieza de la obra

CONCEPTO	UNIDAD	Cantidad	P.Unitario Costo	T.Parcial por M2 =	TOTAL
<b>LIMPIEZA FINAL DE OBRA</b>					<b>6.97</b>
				Rendimto= 50 M2/Dia Unidad = M2 Jornada = 8 Horas	
0.1 CpA + 0.0 Op + 0.0 Of + 1.0 Pe = 50 M2/Dia					
MANO de OBRA					6.77
CAPATAZ CLASE "A"	HH	0.0160	17.58	0.28	
OPERADOR DE EQUIPO PESADO	HH	0.3520	13.52	4.76	
PEON	HH	0.1600	10.81	1.73	
EQUIPO					0.20
HERRAMIENTAS MANUALES(% MANO DE OBRA)	1%	3.0000	0.00	0.20	
MATERIALES					0.00

## Anexo 24. Pallet especial para bidones



**Anexo 25. Plan de Acción para la Mejora**

<b>OBJETIVO DE MEJORAMIENTO: Satisfacer la demanda de la empresa Agua y Servicios y Derivados S.A.C.</b>																		
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	CRONOGRAMA												RECURSOS			PRESU-PTO.	RESULTADO (ENTREGABLE)
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MAT	HUM	EQU		
1.Estudio de tiempos y balanceo de línea	Jefe de Producción	X													X			
2. Proyección de producción ajustada a la demanda y desarrollo de Plan agregado de producción		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		
3.Informe A3 y guías de trabajo	Gerente general, Jefe de Producción y personal operativo	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X			
4. Programa de capacitación	Gerente general y Jefe de Producción	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X			S/. 2 940
5. Adquisición de pallets para almacenamiento	Gerente General			X												X		S/. 2 800
6.Nuevo plano de la empresa	Jefe de Producción				X									X	X			S/.350
7.Redistribución de planta	Gerente General				X									X	X			S/.3 330,49
8. Adquisición de depósito de polietileno abierto y tinas						X									X	X		S/.160
9. Implementación de plan HACCP					X	X									X	X		