

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial



**Propuesta de mejora del sistema productivo del formato de 7 litros
mediante la simulación de sistemas para el aumento de la eficiencia global
de los equipos de una empresa embotelladora de Arequipa, 2024**

Tesis presentada por el Bachiller:

Avila Campana, Luis Andre

ORCID: 0009-0009-2216-2143

para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Asesor:

Dr. Murillo Quispe, Efraín Rafael

ORCID: 0000-0002-7610-8443

Arequipa – Perú

2025

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA INDUSTRIAL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 20 de Octubre del 2025

Dictamen: 012906-C-EPII-2025

Visto el borrador del expediente 012906, presentado por:

2018600191 - AVILA CAMPANA LUIS ANDRE

Titulado:

**PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA PRODUCTIVO DEL FORMATO DE 7 LITROS MEDIANTE
LA SIMULACIÓN DE SISTEMAS PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA GLOBAL DE LOS
EQUIPOS DE UNA EMPRESA EMBOTELLADORA DE AREQUIPA, 2024.**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

INGENIERO INDUSTRIAL

**40670888 - PEREZ GOMEZ AYME MIRTHA
DICTAMINADOR**



**29639923 - URDAY LUNA FERLY ELMER
DICTAMINADOR**



**45998883 - CALIZAYA ESTRADA LESLIE KAROLAIN LADY
DICTAMINADOR**



PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA PRODUCTIVO DEL FORMATO DE 7 LITROS MEDIANTE LA SIMULACIÓN DE SISTEMAS PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS DE UNA EMPRESA EMBOTELLADORA DE AREQUIPA, 2

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%	15%	3%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.ucsm.edu.pe	11%
	Fuente de Internet	
2	Submitted to Universidad Católica de Santa María	1%
	Trabajo del estudiante	
3	1library.co	1%
	Fuente de Internet	

Excluir citas Apagado Excluir coincidencias < 1%
Excluir bibliografía Apagado

AGRADECIMIENTOS

A Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, cuya guía y bendición han iluminado cada etapa de este proceso, dándome fortaleza en todo momento. A Él encomiendo los logros alcanzados, con gratitud por su infinita misericordia y por haberme acompañado en este camino.



RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolla en una empresa embotelladora de Arequipa, dedicada al embotellado y distribución de productos, actualmente enfrenta retos relacionados con respecto a la eficiencia en el sistema productivo debido al incremento de la demanda.

El objetivo principal de este trabajo de investigación es proponer un plan de mejora en la línea de producción de 7 litros mediante la implementación de herramientas de ingeniería industrial, tales como la simulación de sistemas, la metodología 5'S y otras técnicas de mejora continua, con el fin de optimizar la asignación de los recursos, reducir los tiempos de espera, eliminar desperdicios y minimizar los cuellos de botella.

Para alcanzar dicho objetivo, se llevó a cabo un diagnóstico del estado actual del proceso, identificando los puntos críticos en la línea de producción y el análisis del indicador OEE (Eficiencia Global de los Equipos). Posteriormente se aplicaron modelos basados en simulación de sistemas para evaluar la capacidad de respuesta ante crecimiento de la demanda, considerando indicadores clave y el proceso productivo, identificando las principales causas que originan la problemática. Mediante este diagnóstico es que se plantea una propuesta de mejora orientada a optimizar la eficiencia del proceso productivo aplicando modelos de simulación con el programa Arena Simulation, analizando los resultados dados y calcular el valor porcentual obtenido del indicador OEE (Eficiencia Global de los equipos).

Finalmente se desarrolló una propuesta de mejora representado con un nuevo modelo de simulación, la implementación de buenas prácticas operativas (5'S) y otras herramientas de estandarización de los procesos, calculando el incremento del indicador OEE. Además de realizar un análisis económico de la propuesta y las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación realizado.

Palabras Clave: Productividad, OEE, Simulación de Sistemas.

ABSTRACT

The research work is being carried out at a bottling company in Arequipa, which is dedicated to the bottling and distribution of products and is currently facing challenges related to efficiency in the production system due to increased demand.

The main objective of this research project is to propose an improvement in the 7 litre production line through the implementation of industrial engineering tools, such as system simulation, the 5'S methodology and other continuous improvement techniques, in order to optimise resource allocation, reduce waiting times, eliminate waste and minimise bottlenecks.

To achieve this objective, a diagnosis of the current state of the process was carried out, identifying critical points in the production line and analysing the OEE (Overall Equipment Effectiveness) indicator. Subsequently, system simulation based models were applied to evaluate the response capacity to growth in demand, considering key indicators and the production process, identifying the main causes of the problem. Based on this diagnosis, an improvement proposal was put forward aimed at optimising the efficiency of the production process by applying simulation models with the Arena Simulation programme, analysing the results obtained and calculating the percentage value obtained from the OEE (Overall Equipment Effectiveness) indicator.

Finally, an improvement proposal was developed, represented by a new simulation model, the implementation of Good operating practices (5'S) and other process standardisation tools, calculating the increase in the OEE indicator. In addition to performing the recommendations of the research work carried out.

Keywords: Productivity, OEE, System Simulation.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I..... 4

1. Planteamiento Operacional..... 4

1.1. Descripción de la realidad de la problemática..... 4

1.2. Formulación del Problema 5

1.2.1. Problema General..... 5

1.2.2. Problemas Específicos..... 5

1.3. Objetivos de la Investigación 6

1.3.1. Objetivo general 6

1.3.2. Objetivos específicos..... 6

1.4. Justificación..... 6

1.4.1. Justificación Teórica..... 6

1.4.2. Justificación Metodológica 7

1.4.3. Justificación Práctica..... 7

1.5. Delimitación de la Investigación..... 8

1.5.1. Delimitación Espacial..... 8

1.5.2. Delimitación Social 8

1.5.3. Delimitación Temporal..... 8

1.5.4. Delimitación Conceptual..... 8

1.6. Hipótesis de la Investigación..... 8

1.7. Variables..... 8

1.7.1.	Variable Dependiente	9
1.7.2.	Variable Independiente.....	9
1.8.	Limitaciones	11
1.9.	Metodología de la Investigación	11
1.9.1.	Método de la Investigación	11
1.9.2.	Tipo de Investigación	11
1.9.3.	Nivel de la Investigación.....	11
1.10.	Cobertura de estudio.....	12
1.10.1.	Población.....	12
1.10.2.	Muestra.....	12
1.10.3.	Muestreo.....	12
1.11.	Técnicas e instrumentos	13
1.11.1.	Técnicas de la investigación.....	13
1.11.2.	Instrumentos de la Investigación.....	13
1.12.	Procesamiento Estadístico de la Información	13
1.13.	Matriz de Consistencia	14
CAPÍTULO II		16
2.	Marco Teórico	16
2.1.	Antecedentes de la Investigación	16
2.1.1.	Antecedentes Internacionales	16
2.1.2.	Antecedentes Nacionales.....	18
2.1.3.	Antecedentes Locales	20
2.2.	Marco Conceptual y Legal	21
2.2.1.	Sistema	21
2.2.2.	Herramientas de simulación	24

2.2.3.	Optimización	25
2.2.4.	Productividad	25
2.2.5.	Sistema de producción	25
2.2.6.	Indicador OEE.....	25
2.2.7.	Simulación.....	29
2.2.8.	Definición de embotellamiento	29
2.2.9.	Análisis incremental.....	29
CAPÍTULO III		31
3.	Descripción y diagnóstico de la situación actual.....	31
3.1.	La empresa	31
3.1.1.	Datos generales	31
3.1.2.	Descripción de la empresa.....	31
3.1.3.	Visión	32
3.1.4.	Misión.....	32
3.1.5.	Visión	32
3.2.	Servicio de la empresa.....	33
3.2.1.	Proceso productivo.....	33
3.2.2.	Descripción del proceso productivo embotellado 7 litros	35
3.2.3.	Productos del proceso productivo	37
3.2.4.	Diagramas del proceso productivo	38
CAPÍTULO IV		49
4.	Modelo de simulación actual.....	49
4.1.	Propiedades del modelo	49
4.1.1.	Variables exógenas (Independiente)	49
4.1.2.	Variables endógenas (Dependiente).....	50

4.3.	Fuentes de información	51
4.4.	Duración del estudio.....	52
4.5.	Determinación del tamaño de muestra	52
4.6.	Determinación de distribución de probabilidad	54
4.6.1.	Distribuciones.....	56
4.6.2.	Recursos	56
4.6.3.	Determinación del número de réplicas	57
4.6.4.	Parámetros.....	58
4.7.	Modelo de simulación y animación.....	59
4.7.1.	Simulación del sistema productivo	59
4.8.	Validación de resultados	60
4.9.	Evaluación de resultados	60
4.10.	Problemática en el sistema productivo	63
4.11.	Análisis del indicador OEE	64
CAPÍTULO V		69
5.	Propuesta de mejora del sistema productivo	69
5.1.	Formulación del problema a resolver	69
5.2.	Descripción del sistema a modelar	69
5.2.1.	Aplicación de la metodología 5'S para mejorar la organización	69
5.2.2.	Creación de un manual para la estandarización de operaciones	74
5.2.3.	Compra de equipo de herramientas y/o maquinarias	75
5.2.4.	Reorganización de personal.....	81
5.3.	Planeamiento de la propuesta	82
5.3.1.	Aplicación de la metodología 5'S para mejorar la organización	82
5.3.2.	Creación de un manual de estandarización de operaciones	83

5.3.3. Compra de equipos y/o maquinaria.....	84
5.4. Simulación del sistema propuesto	86
5.4.1. Variables.....	86
5.4.2. Distribuciones.....	87
5.4.3. Recursos	88
5.4.4. Parámetros	89
5.4.5. Modelo de simulación propuesto	90
5.4.6. Validación de resultados	91
5.4.7. Evaluación de resultados	91
5.4.8. Análisis del indicador OEE (Propuesto)	95
CAPÍTULO VI.....	100
6.1. Evaluación económica de la propuesta	100
6.1.1. Inversión de la propuesta.....	100
6.1.2. Costos e ingresos.....	102
6.2. Flujo de caja	104
6.2.1. Cálculo del VAN y el TIR.....	108
6.3. Periodo de Recuperación de Inversión (PRI).....	109
CONCLUSIONES	111
RECOMENDACIONES	113
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115
ANEXOS.....	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	10
Tabla 2 Matriz de Consistencia	14
Tabla 3 Elementos	22
Tabla 4 Tipos de Sistemas.....	23
Tabla 5 Conceptos básicos de Arena.....	24
Tabla 6 Índices o ratios del indicador OEE (Eficiencia global de los equipos productivos) ...	27
Tabla 7 Clasificación del OEE	27
Tabla 8 Pérdidas del indicador OEE	28
Tabla 9 Datos preliminares.....	53
Tabla 10 Datos a reemplazar	53
Tabla 11 Determinación de Probabilidad.....	54
Tabla 12 Distribuciones Probabilísticas	56
Tabla 13 Recursos	57
Tabla 14 Cálculo del número de réplicas del modelo de simulación	58
Tabla 15 Validación del modelo de simulación (Botella).....	60
Tabla 16 Resultados del modelo actual.....	61
Tabla 17 Problemática presente en el sistema productivo	64
Tabla 18 Comparación de capacidades: sopladora actual y sopladora propuesta	77
Tabla 19 Comparación de capacidades: colocación actual y colocación automática	80
Tabla 20 Planificación de la aplicación de la metodología 5'S	82
Tabla 21 Planificación de la creación de manual de estandarización de operaciones	83
Tabla 22 Planificación de adquisición de equipos y/o máquinas nuevas.....	84
Tabla 23 Planificación de la implementación de la propuesta del sistema productivo	85
Tabla 24 Comparación distribución probabilística del sistema actual y propuesto	87

Tabla 25 Comparación de recursos del sistema actual y propuesto	88
Tabla 26 Validación del modelo de simulación propuesto	91
Tabla 27 Resultados del modelo propuesto.....	92
Tabla 28 Resultados de la producción del sistema propuesto	93
Tabla 29 Análisis de resultados en el área de soplado	94
Tabla 30 Análisis de resultados en el área de soplado	95
Tabla 31 Inversión para aplicación de la metodología de las 5'S	100
Tabla 32 Inversión para creación del manual de estandarización de operaciones	101
Tabla 33 Inversión para creación del manual de estandarización de operaciones	102
Tabla 34 Comparación de pago de operarios y crecimiento de ventas	103
Tabla 35 Cálculo del beneficio total.....	103
Tabla 36 Costo total mensual	104
Tabla 37 Cálculo del costo fijo total	104
Tabla 38 Cálculo costo variable unitario.....	105
Tabla 39 Cálculo del costo variable total	105
Tabla 40 Flujo de Caja	107
Tabla 41 Datos para el cálculo del periodo de recuperación de inversión (PRI)	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Variables de un sistema	23
Figura 2 Ubicación de la empresa	32
Figura 3 Flowsheet del proceso productivo de agua embotellada.....	34
Figura 4 Productos de formato 7000 ml.....	38
Figura 5 Diagrama de operaciones del proceso de sistema de productivo de embotellado	39
Figura 6 Diagrama de análisis del proceso de sistema de productivo de embotellado 7 litros	40
Figura 7 Diagrama de análisis del proceso detallado de sistema productivo de embotellado .	42
Figura 8 Diagrama de flujo del proceso de producción embotellado 7 litros	43
Figura 9 Layout de la empresa	44
Figura 10 Diagrama de recorrido de la empresa	45
Figura 11 Layout de la línea de producción 06.....	46
Figura 12 Diagrama de recorrido de la línea de producción 06	47
Figura 13 Input Analyzer de la variable X16: Enfardado	55
Figura 14 Simulación del sistema productivo	59
Figura 15 Máquina de moldeo por soplado APF-Max 3U	77
Figura 16 Comparación de capacidades de producción: Soplado semiautomático.....	78
Figura 17 Máquina automática de colocación lineal CLAS-1C-I.....	79
Figura 18 Comparación de capacidades de producción: Colocación de asas	80
Figura 19 Planificación de implementación de la propuesta del sistema productivo	86
Figura 20 Simulación del sistema productivo propuesto	90
Figura 21 Gráficas de análisis de resultados de producción total	93
Figura 22 Gráfica de resultados del área de soplado	94
Figura 23 Gráfica de resultados de colocación de asas	95

INTRODUCCIÓN

La industria de bebidas en el Perú se ha mostrado un crecimiento sostenido en estos últimos años, incrementando el consumo y la diversificación de productos. En este contexto, la optimización de los procesos productivos se convierte en un factor determinante que permite garantizar la competitividad, la eficiencia y la calidad del producto final para el consumidor.

La presente investigación se centra en implementar estrategias basadas en la teoría de colas acompañadas de herramientas de mejora continua como la metodología 5'S y otras técnicas de gestión. La teoría de colas, aplicada al proceso de producción, permite analizar y modelar el comportamiento de la línea de producción de embotellado, identificando cuellos de botella, tiempos de espera y niveles de utilización de las máquinas, permitiendo un mejorar el flujo de manera eficiente que minimice los tiempos muertos y maximice la capacidad productiva.

Es por ello que el presente trabajo de investigación se planteó la siguiente propuesta de mejora del sistema productivo del formato de 7 litros mediante la simulación de sistemas para el aumento del OEE en una planta embotelladora en Arequipa. El Capítulo I, Planteamiento Operacional, se presenta el planteamiento del problema, la justificación del estudio, los objetivos generales y específicos, así también el diseño metodológico de la investigación, incluyendo las técnicas e instrumentos de recolección de los datos. El capítulo II, Marco Teórico, donde presenta los antecedentes y el marco conceptual de la investigación. El capítulo III, Descripción y Diagnóstico de la Situación Actual, se describe la situación actual de la empresa, la descripción de la empresa y la descripción del proceso productivo. El capítulo IV, Modelo de Simulación Actual, se evalúa la capacidad de producción, la distribución de los procesos y los indicadores de producción, así mismo, se identifican los cuellos de botella mediante el análisis de tiempos y producción. El capítulo V, Propuesta de

Mejora del Sistema Productivo, se desarrolla la propuesta de mejora enfocada en la aplicación de la teoría de colas y la implementación de la metodología 5'S, junto con otras herramientas que permitan garantizar el incremento global de los equipos. El capítulo VI, Evaluación Económica de la Propuesta permitiendo analizar la viabilidad económica de las implementaciones.





CAPÍTULO I

CAPÍTULO I

1. Planteamiento Operacional

1.1. Descripción de la realidad de la problemática

Durante el año 2023, la industria global de bebidas no alcohólicas generó alrededor de 1.45 billones de dólares, lo que representó un aumento considerable de 100,000 millones de dólares en comparación con el año anterior. Se estima que en los próximos años el mercado crecerá a una tasa anual compuesta del 5.2%, alcanzando aproximadamente 1.91 billones de dólares en 2028. Con estas nuevas tendencias, se prevé que el sector siga expandiéndose y adaptándose a las demandas del mercado a nivel global (Statista, 2024). En los últimos años, el sector de bebidas no alcohólicas, especialmente la elaboración de aguas minerales y embotelladas ha mostrado un notable incremento en su desarrollo y producción, desarrollando cambios de acuerdo con las preferencias del consumidor, innovación de bebidas, crecimiento en mercados emergentes y un enfoque en la sostenibilidad.

En el ámbito nacional, los estudios de Jiménez (2017, como se citó en Delgado y Sánchez, 2018) han demostrado que el mercado peruano de bebidas se considera uno de los sectores más dinámicos y con mayor expansión dentro de la región, con una amplia oferta de productos que incluyen bebidas gaseosas, jugos, aguas saborizadas y agua purificada. Estos productos son consumidos tanto en el mercado interno como exportados a otros países, contribuyendo a la economía del país. La industria de bebidas en el Perú se posiciona como uno de los sectores económicos de mayor relevancia a nivel nacional, con una importancia significativa en su actividad económica. El Perú se destaca como un importante referente mundial en la producción de bebidas, caracterizado por una amplia variedad de productos que incluyen bebidas carbonatadas, bebidas no carbonatadas y agua de mesa.

Dentro de la región de Arequipa, la empresa embotelladora es una de las más importantes del sector de bebidas. Con un extenso alcance de distribución en todo el sur del

Perú, actualmente está tomando medidas para su distribución en el norte y centro. A pesar de contar con un sistema productivo en óptimas condiciones, la empresa aún presenta micro paradas y, en algunos casos, paradas no planificadas en sus operaciones. Según datos internos de la empresa, en el último año, el indicador OEE fue del 71.09%, y con respecto a la línea de estudio que abarca desde octubre de 2023 hasta marzo de 2024, fue del 73.15%.

Como una solución a este problema, se realizará un estudio de las causas que generan estos problemas que afectan el sistema productivo, desarrollando propuestas que optimicen el proceso y tengan un impacto económico positivo en la empresa. Con este propósito, se propone la implementación de un modelo de simulación utilizando el software Arena Simulation, para observar los cambios en el escenario y las alternativas de mejoras a encontrar para la toma de decisiones. Si no se aborda el problema a tiempo, la empresa embotelladora presentará una disminución de su capacidad de producción de productos, lo que ocasionaría el incumplimiento del plan de producción y la reducción de su indicador.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo la propuesta de mejora del sistema productivo del formato de 7 litros mediante la simulación de sistemas aumenta el indicador de eficiencia global de los equipos de una empresa embotelladora de Arequipa, 2024?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es la situación actual del sistema productivo de la empresa embotelladora?
- ¿Cuáles son los principales problemas que tienen consecuencias en el sistema productivo de la empresa embotelladora?
- ¿Cuáles serán las propuestas de mejora que optimicen el sistema productivo actual de la empresa embotelladora?

- ¿Qué tan viable será la propuesta de mejora en el sistema productivo para la empresa embotelladora?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo general

Proponer mejoras del sistema productivo del formato de 7L mediante la simulación de sistemas para aumentar la eficiencia global de los equipos de una empresa embotelladora de Arequipa, 2024.

1.3.2. Objetivos específicos

- Elaborar un diagnóstico de los problemas presentes en el sistema productivo actual de la empresa embotelladora de Arequipa.
- Identificar y simular un modelo de la situación actual del sistema productivo de la empresa.
- Desarrollar propuestas de mejora orientadas a optimizar el sistema productivo actual de la empresa, a través del desarrollo de un modelo de simulación y el análisis de los resultados.
- Realizar un análisis económico de la propuesta de mejora demostrando la viabilidad que generará la idea.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Teórica

El presente estudio tiene como propósito contribuir al desarrollo teórico mediante la integración de los conceptos de OEE con técnicas de simulación de sistemas, empleando el software Arena para modelar y simular procesos. Proporcionará una comprensión en profundidad de cómo las circunstancias y estrategias impactan en el OEE, permitiendo una visión más clara de la eficiencia operacional.

Además, este estudio contribuirá a llenar un vacío en la literatura al ofrecer una nueva perspectiva sobre la eficiencia operativa, integrando conceptos clave como el OEE y la simulación de sistemas para analizar de manera más detallada cómo diversos factores influyen en el desempeño operativo. Esta investigación puede abrir nuevas líneas de conocimiento y brindar insights valiosos orientado a la mejora continua de los procesos dentro de entornos productivos.

1.4.2. Justificación Metodológica

La investigación adoptará un enfoque metodológico mixto que integra la revisión bibliográfica, la recopilación de información empírica y la aplicación de técnicas de simulación de sistemas. Para ello, se empleará el software Arena en la modelación de los procesos productivos, utilizando datos reales proporcionados por la empresa embotelladora objeto de estudio, los cuales serán validados y utilizados para simular diferentes escenarios. A partir de esto, se desarrollarán propuestas de mejora. El uso de estos datos recopilados contribuirá al aumento de la disponibilidad y rendimiento del indicador OEE.

Para lograrlo, se aplicarán análisis estadísticos para interpretar los resultados de las simulaciones y evaluar las propuestas de mejora. Esto permitirá tomar decisiones fundamentadas en los hallazgos obtenidos a través de la simulación y los datos empíricos recopilados durante el estudio.

1.4.3. Justificación Práctica

Este estudio proporcionará una serie de ideas valiosas para los jefes de procesos de operaciones y profesionales que buscan mejorar el desempeño de la producción a través de los equipos y el personal, sin interrumpir el proceso. Mediante técnicas de simulación, se buscará crear estrategias diferentes para mejorar el indicador OEE. Se pretende que este estudio permita a los investigadores comprender mejor los cuellos de botella, las interrupciones y los recursos ineficientes en el proceso productivo, a través de una mejor visualización

proporcionada por la simulación. Esto, a su vez, ayudará a tomar decisiones más efectivas y aumentar la disponibilidad y el rendimiento del indicador OEE.

1.5. Delimitación de la Investigación

1.5.1. Delimitación Espacial

La presente investigación se delimita espacialmente al proceso productivo del formato 7L de una empresa embotelladora ubicada en Calle La Florida N°204 Urb. Huaranguillo, en el distrito de Sachaca, Arequipa, Perú.

1.5.2. Delimitación Social

Se encuentra delimitada socialmente por el personal del proceso productivo del formato 7L de la empresa embotelladora, siendo objeto de estudio los operadores, el planificador de producción, inspectores de producción y jefe de producción.

1.5.3. Delimitación Temporal

La procedencia de los datos está delimitada de octubre de 2023 a marzo de 2024.

1.5.4. Delimitación Conceptual

El presente estudio abordará sobre las técnicas de simulación de sistemas utilizando el software Arena para mejorar la eficiencia del proceso y como consecuencia, el aumento del indicador OEE.

1.6. Hipótesis de la Investigación

Dado que existe el incumplimiento del plan de producción en el sistema productivo actual del formato 7L de una empresa embotelladora de Arequipa es factible una propuesta de mejora mediante la simulación de sistemas que permita aumentar el indicador OEE.

1.7. Variables

Las variables que se estudiarán en el presente trabajo de investigación son las siguientes:

1.7.1. Variable Dependiente

- Aumento del indicador del OEE de una empresa embotelladora de Arequipa.

1.7.2. Variable Independiente

- Propuesta de mejora del sistema productivo del formato de 7 litros mediante la simulación de sistemas.



Tabla 1*Operacionalización de variables*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operativa	Dimensiones	Indicadores
Indicador OEE (Eficiencia Global de Equipos Productivos)	Medición de la eficacia de los equipos de una empresa, proporcionado una visión integral en la utilización de la productividad (Fontalvo et al., 2017).	El indicador OEE evalúa la eficiencia de un proceso en base a tres factores: disponibilidad, rendimiento y calidad (Belohlavek, 2006).	Disponibilidad Rendimiento Calidad	Tiempo operativo disponible. Tiempo real respecto al tiempo teórico. Fabricación o elaboración de productos sin defectos respecto al total producido.
Propuesta de mejora del sistema productivo del formato de 7 litros mediante la simulación de sistemas.	Aplicación de una propuesta de mejora del sistema productivo del formato de 7 litros de una empresa embotelladora en Arequipa por medio de la simulación de sistemas.	La propuesta de mejora se puede medir a través de asignación de recursos, tiempos del proceso y análisis de los procesos.	Asignación de recursos Tiempos del proceso Análisis de los procesos	Utilización de los recursos. Estudio de tiempos. Modelo de simulación del proceso.

Nota. Elaboración propia.

1.8. Limitaciones

La limitación que presenta es en cuanto a la licencia del Software ya que al pedir datos más predominantes se deberá contar con los permisos, ya que la recopilación y el ingreso de esos datos se hará en el software Arena 16.20.02 versión para estudiantes.

1.9. Metodología de la Investigación

1.9.1. Método de la Investigación

De acuerdo con la teoría brindada por Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), se precisa que la presente investigación es de método cuantitativo ya que el estudio está orientado a la exploración y explicación de conceptos medibles a través de datos empíricos y análisis estadísticos para una mayor interpretación.

1.9.2. Tipo de Investigación

Ñaupas et al. (2018) define que la investigación aplicada resuelve una problemática social, donde se formulan hipótesis para poder solucionar dicho problema, siendo la investigación de carácter aplicativo ya que aborda un problema real en una empresa embotelladora lo cual a través de un análisis en el sistema productivo actual se propone buscar el aumento el OEE del formato de 7L mediante la simulación de sistemas

Así mismo. la presente investigación es de tipo descriptivo y explicativo ya que según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) explica el sistema actual en el proceso productivo representar de forma clara y detallada el estudio, además de abordar el problema de estudio a través de sus causas.

1.9.3. Nivel de la Investigación

El nivel de investigación del presente estudio preexperimental según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) ya que se simularán las variables para proyectar los datos de las mejoras del estudio. Por lo tanto, esta investigación se adapta a este nivel ya que este trabajo se desarrolla mediante la observación del proceso estudiado se simularán las variables.

La recopilación de datos se va a realizar en un rango de tiempo para comparar la situación actual con la implementación de una propuesta evaluando las variaciones a presentarse.

1.10. Cobertura de estudio

1.10.1. Población

La población del presente estudio es el proceso productivo de embotelladora dentro de la línea de producción encargado del formato 7L ubicada en la ciudad de Arequipa.

Criterios de inclusión: todas las actividades directamente relacionado con el sistema productivo (Soplado, etiquetado, llenado, empacado y paletizado), operadores y recursos del área.

Criterios de exclusión: actividades secundarias que están relacionadas al sistema productivo (Tratamiento de agua, codificado, colocación de asas, enfardado)

Total: 12 operadores.

1.10.2. Muestra

La muestra del presente estudio es el sistema productivo del formato 7L de la empresa embotelladora de Arequipa. Por ello la muestra involucra a los 12 operadores que participan en el proceso y 7 equipos para la toma de decisiones.

1.10.3. Muestreo

El presente trabajo de investigación es muestreo no probabilístico por conveniencia, ya que según Supo (2014) el muestreo es intencional, ya que no hay ningún procedimiento o acción o motivo para seleccionar la muestra. Se seleccionaron a todo el proceso de formato 7L que forman parte del sistema productivo.

1.11. Técnicas e instrumentos

1.11.1. Técnicas de la investigación

La técnica utilizada para la presente investigación es a través de la observación, por lo que los datos y a información serán recolectados directamente del proceso productivo de la empresa embotelladora ubicada en la ciudad de Arequipa.

1.11.2. Instrumentos de la Investigación

Los instrumentos utilizados para la realización de la investigación son:

- Plantilla de estudio de tiempos: Previamente se hará una medición de los tiempos de cada proceso para subir los datos recolectados a la plantilla.
- Software Arena Simulation: Mediante los datos recopilados, introduciremos en el programa para empezar con el modelo de simulación.

1.12. Procesamiento Estadístico de la Información

Se procesará la data a través de hojas de cálculo (Excel) haciendo uso de fórmulas. De igual forma, la simulación se analizará a través del software Arena Simulation.

1.13. Matriz de Consistencia

Tabla 2

Matriz de Consistencia

TÍTULO: “PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA PRODUCTIVO DEL FORMATO DE 7 LITROS MEDIANTE LA SIMULACIÓN DE SISTEMAS PARA EL AUMENTO DE LA EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS DE UNA EMPRESA EMBOTELLADORA DE AREQUIPA, 2024”										
Identificación problema	delFormulación del problema		Objetivos		Hipótesis	Variables	Definición	Dimensión	Indicadores	Aspectos metodológicos
	Problema principal	Problemas específicos	Objetivo Principal	Objetivos Específicos	Hipótesis Principal					
Incumplimiento del plan de producción en el sistema productivo actual del formato 7 litros de una empresa embotelladora Arequipa	¿Cómo es la situación actual del sistema productivo de la empresa embotelladora de Arequipa?	¿Cuál es la situación actual del sistema productivo de la empresa embotelladora?	Proponer mejoras del sistema productivo mediante simulación de sistemas para aumentar la eficiencia global de Arequipa.	Elaborar un diagnóstico de los problemas presentes en el sistema productivo actual de la empresa embotelladora de Arequipa. Identificar y simular un modelo de la situación actual del sistema productivo de la empresa.	unDado que existe el incumplimiento del plan de producción en el sistema productivo actual de una empresa embotelladora de Arequipa es factible una propuesta de mejora mediante la simulación de sistemas que permita aumentar el indicador de eficiencia global de equipos.	Elaborar un indicador OEE	Evalúa la eficiencia de un proceso en base a tres factores; disponibilidad, rendimiento y calidad.	Disponibilidad.	Tiempo operativo disponible. Tiempo real respecto al tiempo teórico.	La Investigación aplicada de tipo descriptivo y explicativo. Diseño preexperimental. La población del presente estudio es el proceso productivo de embotelladora dentro de la línea de producción encargado del formato 7L ubicada en la ciudad de Arequipa. Por ello la muestra involucra a los 12 operadores que participan en el proceso y 7 equipos para la toma de decisiones.
	¿Cuáles son los principales problemas que tienen consecuencias en una empresa embotelladora de Arequipa, 2024?	¿Cuáles son los principales problemas que tienen consecuencias en una empresa embotelladora de Arequipa, 2024?		Desarrollar propuestas de mejora que optimicen el proceso dando solución al problema existente en el sistema productivo actual de la empresa mediante un modelo de simulación con interpretación de resultados. Realizar un análisis económico de la propuesta de mejora demostrando la viabilidad que generará la idea.	Simulación sistemas	Técnica de modelado de procesos mediante una simulación computacional replicando y analizando el comportamiento a través del tiempo del sistema.	Calidad.	Fabricación o elaboración de productos sin defectos respecto al total producido.	Utilización de los recursos.	La técnica utilizada para la presente investigación es a través de la observación. Los instrumentos utilizados para la realización de la investigación son plantilla de estudio de tiempos y el software Arena Simulation.
	¿Qué tan viable será la propuesta de mejora en el sistema productivo para la empresa embotelladora?	¿Qué tan viable será la propuesta de mejora en el sistema productivo para la empresa embotelladora?					Asignación de recursos.	Tiempos del proceso.	Estudio de tiempos.	Modelo de simulación del proceso.

Nota. Elaboración propia.



CAPÍTULO II

CAPÍTULO II

2. Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. *Antecedentes Internacionales*

En la investigación desarrollada en Guayaquil, Ecuador por Gevara y Meregildo (2022) con su investigación titulada “Estandarización de procesos operacionales para la mejora del indicador OEE en una embotelladora ubicada en Guayaquil usando la metodología DMAIC de Six Sigma” tuvo como objetivo analizar los procesos de la mejora para lograr alcanzar el objetivo del indicador OEE en una embotelladora, la investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de método analítico. Como conclusión se obtuvo que el aumento del OEE fue de 57% a un 59%, lo cual aumenta el 2%, se pudo determinar que con el correcto seguimiento y cumplimiento de todos los estándares y monitoreos se hubiera logrado reducir los tiempos en las paralizaciones del sistema de presión de aire de la empresa embotellador, por lo cual cada proceso debe encontrarse monitoreada con el control correcto de los documentos para tener actividades eficientes, logrando la productividad de la empresa y desperdiciar materiales, tiempo de producción y reducir el esfuerzo del personal. La utilidad de esta investigación es analizar el aumento de la OEE, indicador que ayuda a identificar el tiempo de productividad de la empresa embotelladora, lo cual ayuda a medir la productividad de la empresa, para poder tomar las mejores decisiones.

En la investigación desarrollada en Ecuador por Quillupangui y Arroyo (2021) artículo titulado “Mejoramiento de la Eficiencia General del Equipo mediante la simulación de eventos discretos. Estudio de caso en la industria cosmética” tuvo como finalidad de mejorar la eficiencia general de los equipos para lograr mayor productividad que fueron dados por la simulación de eventos discretos, Como conclusión se obtuvo que al tener menores tiempos en la preparación de los equipos mediante el indicador OEE, lo cual este

modelo de simulación ha permitido identificar varios escenarios para mejorar los diferentes proceso que tiene la empresa industria cosmética, también se pudo identificar áreas que no aportaban y pudieron ser eliminadas, se pudo identificar cual área tiene los mejores tiempos planificados y cuáles son los procesos que inciden más en el indicador OEE, este escenario propone reducir en un 50% de tiempo que se encarga cada área, con la planificación adecuada y que la empresa mejore en sus tiempos de cada actividad y ser más productivos, la finalidad de esta investigación es conocer los diferentes escenarios del OEE que existen y pueden ayudar a cualquier empresa a mejorar y ser más productivos en cada actividad.

En la investigación desarrollada en Tuluá, Colombia por Hernández y Rivas (2022) “Propuesta para el diseño de la distribución de planta en una empresa procesadora de polímeros mediante el software de simulación Arena”, tuvo como objetivo el traslado de los procesos productivos de una planta procesadora de polímeros en Tuluá, Valle del Cauca, que enfrentaba problemas en cuanto a orden, limpieza y productividad por una ineficiente distribución, la investigación tuvo un enfoque mixto; es decir, la combinación de tipo cuantitativo y cualitativo. Con la finalidad de mejorar estos problemas se realizaron una descripción de procesos y modelos de simulación por medio del software Arena en la versión 10.0, evaluando nuevas alternativas y se diseñó diferentes configuraciones para el tipo de distribución. Como conclusión se obtuvo que mediante la simulación se analizó y mejoro la distribución escogiendo una tercera alternativa con el objetivo de optimizar la eficiencia de los procesos en el cual se disminuyó los elementos en cola de espera en los procesos de triturado y compactado, reducido el tiempo en el sistema de triturado implementado dos operarios extras. La investigación descrita es de utilidad, debido a que el empleo de modelos de simulación ofrece la oportunidad de examinar detalladamente cada etapa de un proceso, identificar áreas de congestión y periodos de inactividad, lo que permite la exploración de propuestas de modelos alternativos que puedan generar cambios de impacto positivos, tales

como el aumento de la eficiencia y la efectividad en los procesos. Asimismo, el uso de modelos de simulación ofrece beneficios adicionales, como la detección tanto de errores evidentes como de aquellos más complejos, contribuyendo así a prevenir pérdidas de tiempo y recursos antes de la implementación real.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

En la investigación desarrollada en Lima, Perú por Choque y Fernández (2021) “Implementación del TPM para incrementar la eficiencia (OEE) de la máquina peletizadora en la empresa Praxi Plast SAC, Lurigancho-Chosica 2021” tuvo como objetivo implementar el mantenimiento productivo para aumentar la eficiencia de OEE en los equipos de la empresa, la investigación tuvo tipo aplicada, de enfoque cuantitativo y de diseño cuasi experimental. Con la finalidad de incrementar la eficiencia de las máquinas se medirá el rendimiento de las máquinas. Como conclusión se obtuvo que esta implementación del TPM para incrementar la OEE de la máquinas hubo un incremento de 9.03%, lo cual evidencia tener mayor rendimientos de las máquinas, favoreciendo a la empresa para tener más productividad, también se incrementa en la calidad en el producto terminado en un 9,7%, lo cual indica tener productos de calidad y no tengan defectos para poder satisfacer las necesidades del cliente y estos se sientan satisfechos, siendo un proyecto viable que puede ayudar a muchas empresas a tomar en cuenta los indicadores tomados para mejorar el rendimiento de las máquinas.

En la investigación desarrollada en Lima, Perú por Oscátegui y Flores (2024) “Modelo de control de tiempos improductivos en el proceso de carguío y acarreo mediante el uso de software de simulación Arena en una unidad minera superficial del centro del Perú”, tuvo como objetivo principal abordar el problema de los tiempos improductivos en las actividades de carguío y acarreo en la minería superficial con el fin de mejorar la eficacia operativa y reducir los tiempos de demora, la investigación tuvo un enfoque cuantitativo. La finalidad de

esta investigación era una propuesta en la planificación basada en la simulación del proceso utilizando el software arena en base a un análisis de los factores que contribuyen a los tiempos improductivos y tomar medidas correctivas para optimizar el tiempo de ejecución. Como conclusión el estudio realizado mejoro que la descarga del mineral de haga de manera fluida sin generar tiempos improductivos provocando colas de espera obteniendo un tiempo de ciclo de 20.22 minutos a 19.25 minuto, con viajes de 245 veces para 10 volquetes, además se comprobó que el tiempo de ciclo pudo disminuir 57” con un total de 9,273.93 TM descargadas. La investigación descrita es de utilidad, debido a que, mediante la aplicación de metodologías de mejora continua y soluciones innovadoras para experimentar alternativas de solución, mejoró la eficiencia en la ejecución del proceso de carguío y acarreo en la minería superficial.

En la investigación desarrollada en Lima, Perú por Canahua (2020) “Propuesta de mejora en el área de producción en una empresa metalmecánica utilizando Lean Six Sigma”, tuvo como objetivo principal mejorar la calidad y eficiencia en la fabricación de repuestos metálicos mediante la eliminación de productos no conformes y la implementación de mejoras con la ayuda de la simulación de sistemas, La investigación tuvo un enfoque cuantitativo. Con la finalidad de buscar satisfacer la demanda del mercado y evitar problemas como la detención de equipos y perdida de ventas relacionado con la baja calidad de los productos y las demoras en las entregas se realizó la identificación y corrección de operaciones defectuosas y actividades sin valor en la cadena productiva. Como conclusión con la metodología Six Sigma se estandarizó el proceso con 3 actividades menos, con solo 21 actividades y por medio de la simulación en Arena, se validó la propuesta de mejora reduciendo el tiempo de 728.24 minutos a 319.32 minutos y respecto al producto no conformes disminuyó de 393 a 109 y además en la validación financiera se tuvo un TIR de 19.54% que es mayor que el costo de oportunidad (COK) de 9.43% siendo aprobada la

propuesta de mejora, aparte de ello, en el análisis del proceso productivo se observó desperdicios provocando pérdidas en más del 47% de las ventas, con la implementación de la propuesta se generó ahorros por S/. 92,566.45 equivalentes al 42.96% y con respecto a las ventas un 17.36%. La investigación descrita es de utilidad, debido a que se pudo mejorar la competitividad y la rentabilidad de la empresa a través de la mejora de la calidad y la eficiencia en la fabricación de repuestos metálicos y mediante un modelo de simulación en el software Arena se valida la implementación funcional de la propuesta.

2.1.3. Antecedentes Locales

En la investigación desarrollada en Arequipa, Perú por Rondón (2020) “Propuesta de optimización en el proceso de abastecimiento de combustible líquido a la empresa minera Cerro Verde en una empresa de transportes en la zona sur del Perú”, tuvo como objetivo principal optimizar el transporte de combustible hacia la empresa minera Cerro Verde para abastecer el sur del país por medio de técnicas de simulación usando como herramienta del software Arena. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo con alcance descriptivo correlacional. Con la finalidad de entender el comportamiento real del transporte, a partir del modelo inicial, se propusieron mejoras y un análisis costo beneficio donde se observó que el modelo propuesto es viable. Como conclusión el modelo propuesto aumentó considerablemente el número de viajes mensuales de 235 a 249, incrementando los galones de combustible entregados en un 5.9%, en cuanto al análisis económico se tuvo un resultado rentable, de acuerdo al modelo actual se tenía un 26% de acuerdo al VAN y la TIR y el modelo propuesto tuvo un 33%. La investigación descrita es de utilidad, debido a que considerando el modelo propuesto si tuvo una tasa de retorno por encima de lo esperado, recuperando así lo invertido, siendo que el uso de técnicas de simulación y optimización de recursos, mejoró la eficiencia y la productividad del transporte de combustible, con la

posibilidad de adaptarlo y utilizarlo en otras operaciones mediante las modificaciones de las variables específicas de acuerdo al modelo.

En la investigación desarrollada en Arequipa, Perú por Rodríguez (2020) “Propuesta de mejora del sistema productivo para el aumento del OEE (eficiencia global de equipos) utilizando la simulación de sistemas en la empresa Sabanamar Pacifico S.A.C Arequipa 2020”, tuvo como objetivo principal el desarrollo de una propuesta de mejora para el sistema productivo actual de la empresa Sabanamar Pacifico S.A.C utilizando la herramienta de simulación de sistemas Arena Simulation y el análisis del indicador OEE, la investigación adoptó un enfoque cuantitativo con un alcance descriptivo y transversal. El propósito principal fue incrementar los niveles de productividad y OEE, optimizar la asignación de recursos y reducir tiempos improductivos, demoras y cuellos de botella, con el fin de responder de manera eficaz y eficiente a la demanda futura proponiendo un modelo de simulación. Como conclusión con la propuesta de mejora logró mejorar la eficiencia global de equipos (OEE) aumentando en 4.91%, logrando así un resultado de 77.37% con el modelo propuesto, en cuanto al análisis económico de acuerdo al modelo propuesto en relación al costo-beneficio tuvo una gran rentabilidad con un TIR del 49.66% y con un retorno de la inversión estimado de 9 meses con 18 días, además mediante un diagnóstico actual del sistema productivo se identificó los principales problemas. La investigación descrita es de utilidad, debido a que se diseñó una solución utilizando la técnica de simulación y el análisis económico, mejorando la eficiencia y productividad del sistema productivo de la empresa mediante la implementación de mejoras identificadas a través del análisis de simulación.

2.2. Marco Conceptual y Legal

2.2.1. Sistema

Es el contexto de teoría de colas, un sistema es una colección de elementos interrelacionados que procesan cliente o unidad de servicio. El sistema se compone de

llegadas esperas en cola, servidores y el proceso de servicio que interactúan para gestionar la demanda de los servicios (Kleirock, 1975).

a) Elementos

Se identificaron los siguientes elementos como parte integral del sistema de estudio:

Tabla 3

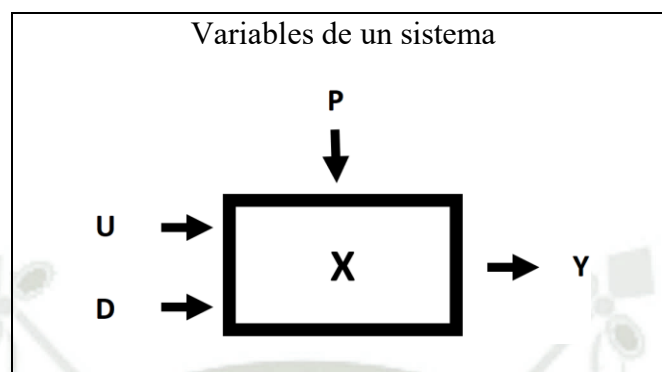
Elementos

Elemento	Definición
Sistema	Conjunto de elementos que se interrelacionan para funcionar como un todo.
Entidad	En la representación de los flujos de entrada a un sistema.
Estado del sistema	Es la condición que guarda el sistema bajo estudio en momento determinado este estado se compone de variables de operación puntuales.
Evento	Es un cambio en el estado actual del sistema por ejemplo la entrada y salida de una entidad, la finalización de un proceso.
Localizaciones	Lugares en los que la pieza puede detener para ser transformada o esperar a serlo entre estas tenemos bandas transportadoras, máquinas, estaciones de inspección, etc.
Recursos	Diferentes localizaciones son necesarias para llevar a cabo una operación.
Atributos	Características de una entidad como por ejemplo en caso de ser la entidad un camión o sus atributos serían peso, tamaño, etc.
Variables	Son condiciones cuyos valores se crean y modifican por medio de ecuaciones matemáticas y lógicas, siendo continuas o discretas.
Reloj de la simulación	Es el contador de tiempo de la simulación.

Nota. Adaptado de “Simulación de sistemas”, por Cortez, 2010.

b) Tipos de variables

Las variables o parámetros son aquellos que se determinan al momento de la creación del sistema. Los tipos de variables son las siguientes:

Figura 1
Variables de un sistema


Nota. Adaptado de “Teoría de modelos y simulación”, por Tarifa, 2016.

- **Variables de entrada o exógenas:** Están definidas por las condiciones del entorno del sistema. Algunas pueden manipularse a conveniencia (U) mientras que otras permanecen fijas (D).
- **Variables de salida (Y):** Se definen como variables de estado o sus combinaciones que son cuantificables o que interactúan al cruzar la frontera del sistema.
- **Variables internas:** Son aquellas variables propias del sistema que no pertenecen a las categorías de entrada, salida o parámetros establecidos.
- **Variables de estado (X):** Representa el conjunto esencia de variables internas requeridas para definir de manera completa el estado del sistema.

c) Tipos de sistema

En función de su naturaleza, estos pueden clasificarse en los siguientes 4 tipos:

Tabla 4
Tipos de Sistemas

Tipo	Definición
Determinístico	Todas las salidas y estados están completamente definidos por las entradas y parámetros.

Estocástico	Se incluye elementos aleatorios por lo que se puede predecir con certeza la salida para entradas conocidas.
Continuo	Permiten que el estado cambie de manera continua con el tiempo sin interrupciones.
Discreto	En estos sistemas el estado cambia en puntos temporales específicos y finitos.

Nota. Adaptado de “Teoría de modelos y simulación”, por Tarifa, 2016.

2.2.2. Herramientas de simulación

Arena Simulation, s una herramienta de simulación por computadora que opera en el entorno de Microsoft Windows, lo que facilita su uso gracias a un diseño gráfico. Este software está destinado a optimizar procesos complejos y es útil para identificar cuellos de botella, resolver problemas y determinar el mejor escenario para minimizar riesgos en proyectos futuros (Law y Kelton, 2007).

a) Conceptos básicos

El software Arena dispone de módulos incorporados que facilitan la gestión y el procesamiento de datos dentro del entorno de la simulación, las cuales de presentan a continuación:

Tabla 5

Conceptos básicos de Arena

Herramienta	Definición
Input Analyzer	Para realizar el procesamiento de datos de entrada del modelo.
Process Analyzer	Para procesamiento de resultados, comparaciones y realizar gráficos de indicadores.
Output Analyzer	Para el procesamiento de resultados, desarrollo de histogramas, comparar muestras, intervalos de confianza, diagramas de dispersión.

Nota. Elaboración propia.

2.2.3. Optimización

La optimización consiste en identificar la solución pertinente a un problema, teniendo en cuenta un conjunto de limitaciones y condiciones establecidas (Dantzig, 1963).

2.2.4. Productividad

La productividad es un indicador de la eficiencia con la que se utilizan el trabajo y el capital para generar valor económico, es decir es posible producir más con la misma cantidad de recursos incrementando la productividad. En términos económicos, la productividad representa el crecimiento de la producción sin aumentos de trabajo, capital u otros recursos utilizados en la producción (Galindo & Ríos, 2015, p.2).

Para calcular la productividad o índice de proceso, Oliveras (2016) refiere que es necesario la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad} = \text{Salidas} / \text{Entradas}$$

Las salidas (Output) es la producción obtenida mientras que las entradas (Input) que representan las unidades de factor de trabajo utilizadas en el proceso de producción, donde se incorporan los recursos al sistema.

El valor obtenido en la ecuación indica una productividad positiva cuando su valor es superior a 1, en caso contrario si es menor, se considera un indicador negativo.

2.2.5. Sistema de producción

Un sistema de producción se compone de diversos tipos de recursos que están organizados de manera coherente para alcanzar los objetivos planteados (Tawfik & Chauvel, 1992).

2.2.6. Indicador OEE

El indicador OEE es el acrónimo de Eficiencia Global de Equipos Productivos. Para Nakajima (1988) define que el OEE mide la efectividad de los equipos y reduce pérdidas.

Según Bamber et al. (1999, p.163) el rol del OEE es más que solo monitorear, controlar y llevar la cuenta de las iniciativas de mejora del equipo. El indicador OEE es un método de medición de la efectividad productiva con un resultado porcentual y que integra datos tales como la disponibilidad, el rendimiento y la calidad alcanzada. (Belohlavek, 2006, p.23)

$$\%OEE = \%Disponibilidad \times \%Rendimiento \times \%Calidad$$

2.2.6.1. Índices del OEE.

El indicador OEE tiene tres factores en los cuales se subdivide para evaluar la eficiencia, son los siguientes:

- a) Disponibilidad: Proporción de tiempo del equipo maquina desde que estuvo lista para operar o producir respecto al tiempo planificado de producción, es decir mide el tiempo productivo (Alonzo, 2009).

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo\ operativo\ de\ producción}{Tiempo\ de\ producción\ planificado}$$

- b) Rendimiento: Correcta utilización de la capacidad de la maquina o equipo en el tiempo que estuvo operativa. Las disminuciones del rendimiento son provocadas generalmente por pequeñas paradas o por variaciones en la velocidad, a valores menores que la capacidad nominal de la maquina o equipo. (Belohlavek, 2006, pág. 29)

$$Rendimiento = \frac{Tiempo\ operativo\ neto}{Tiempo\ operativo\ de\ producción}$$

- c) Calidad: Cuantas unidades producidas dentro de los parámetros de calidad establecido respecto al total de producción, sean productos buenos o defectuosos. (Belohlavek, 2006, pág. 29)

$$Disponibilidad = \frac{Tiempo\ total\ productivo}{Tiempo\ operativo\ neto}$$

Donde los índices o ratios del indicador OEE se expresan en la siguiente tabla.

Tabla 6

Índices o ratios del indicador OEE (Eficiencia global de los equipos productivos)

Indicador	Concepto	Interpretación (indicador < 100%)
Disponibilidad	Tiempo operativo, comparado con el tiempo disponible de la máquina.	Pérdidas de tiempo (Averías, esperas, restricciones de línea)
Rendimiento	Producción real, comparado con la producción prevista.	Pérdidas de velocidad (Microparadas, velocidad reducida)
Calidad	Productos buenos, comparado con la producción real o total.	Pérdidas de calidad (Scrap o desecho, retrabajos)

Nota. De “Una herramienta de mejora, el OEE (Efectividad Global del Equipo)”, por H. Alonzo, 2009.

Se indica que, si no hay pérdida en el OEE, este equivale al 100% de su valor total, lo cual indicaría un equipo ideal.

2.2.6.2. Clasificación.

El valor obtenido al calcular el OEE tiene un significado y califica el estado de operación del equipo o máquina, lo clasifica una o varias líneas de producción como una planta entera, con respecto a otras de su clase que alcanzaron un nivel de excelencia, por lo general este indicador se clasifica en cinco valoraciones.

Tabla 7

Clasificación del OEE

CLASIFICACIÓN DEL OEE		
OEE	Valoración	Descripción
OEE < 65%	Deficiente	Se producen importantes pérdidas económicas. Existe muy baja competitividad.
65% < OEE < 75%	Regular	Aceptable solo si se está en proceso de mejora. Se producen pérdidas económicas. Existe baja competitividad.

$75\% < OEE < 85\%$	Aceptable	Debe continuar la mejora para alcanzar una buena valoración. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
$85\% < OEE < 95\%$	Buena	Entra en valores de Clase mundial. Buena Competitividad.
$95\% < OEE < 100\%$	Excelente	Valores de Clase mundial. Alta competitividad.

Nota. De “La teoría de la medición del Despilfarro”, por A. Cruelles, 2010.

2.2.6.3. Pérdidas.

En toda producción existen pérdidas lo cual afecta negativamente la eficiencia por lo cual el objetivo es reducirlas o eliminarlas, según Alonzo (2009), existen 6 grandes pérdidas que tienen relación con los tres índices del OEE.

Tabla 8

Pérdidas del indicador OEE

Indicador	Descripción	Pérdida	Ejemplo
Disponibilidad	Pérdida de tiempo durante el cual la máquina debería haber estado produciendo.	Averías	Falla de herramientas, mantenimiento no programado, avería de equipos.
		Esperas	Preparación o cambios, escasez de materiales u operadores, ajustes mayores.
Rendimiento	Pérdidas de velocidad implica que la máquina está funcionando, pero a su velocidad máxima.	Microparadas	Flujo obstruido, componentes atorados, atascos, sensor bloqueado.
		Velocidad mínima	Corrida desigual, desgaste de equipo, operario ineficiente.
Calidad	Pérdida de calidad cuando la máquina hace productos que no son buenos.	Desechos	Reprocesos, daño del proceso, preparación incorrecta.
		Retrabajo	Productos que no cumplen las especificaciones de calidad a la primera.

Nota. De “Una herramienta de mejora, el OEE (Efectividad Global del Equipo)”, por H. Alonzo, 2009.

2.2.7. Simulación

La simulación es una variedad de métodos y aplicaciones que facilitan la replicación del comportamiento de un sistema productivo (Kelton et al., 2008).

La simulación consiste en crear y desarrollar un modelo computacional de un sistema o proceso y realizar experimentos con dicho modelo, con el propósito de comprender el comportamiento del sistema real y analizar distintas estrategias para su operación y mejora (Shannon, 1975).

2.2.8. Definición de embotellamiento

El embotellado es una fase delicada del proceso de envasado de líquidos y otras sustancias, se puede llevar a cabo según el tipo de bebidas o sustancias que hay que envasar y del tipo de material del envasado (Videojet, 2024).

2.2.9. Análisis incremental

El análisis incremental es un método para la resolución de problemas que utiliza la información contable. Este enfoque se centra en las tasas anuales del país, las cuales son fundamentales, tomando en cuenta métodos para la toma de decisiones los cuales son el VAN y el TIR (Blank & Tarquin, 1989).



CAPÍTULO III

CAPÍTULO III

3. Descripción y diagnóstico de la situación actual

3.1. La empresa

3.1.1. Datos generales

- **RUC:** 20413940568
- **Dirección Fiscal:** Calle La Florida N°204 Urb. Huaranguillo (204-206 a espaldas de la iglesia).
- **Distrito:** Sachaca.
- **Departamento/provincia:** Arequipa/Arequipa.
- **Razón Social:** Embotelladora San Miguel Del Sur.
- **Nombre Comercial:** Kola real.
- **Tipo De Empresa:** Sociedad Anónima Cerrada.
- **Condición:** Activo.
- **Actividad Comercial:** Elaboración de Bebidas no alcohólicas; producción de aguas minerales y otras aguas embotelladas.
- **CIU:** 1104
- **Comercio Exterior:** Importador/Exportador.

3.1.2. Descripción de la empresa

Embotelladora San Miguel del Sur SAC, industria dedicada a la fabricación y comercialización de bebidas en Brasil, Perú, República Dominicana y Haití, expresa su compromiso de cumplir con la legislación nacional sectorial vigente relacionada con los aspectos de Calidad, Medio Ambiente, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional e inocuidad. (La empresa)

La empresa actualmente lleva operando en el mercado durante treinta y cinco años con un gran portafolio de productos de bebidas, cinco plantas de producción y cuarenta y cinco

3.1.3. Visión

Ser una organización global que trascienda en el tiempo, centrada en el desarrollo profesional y ético de sus colaboradores, siendo socialmente responsable. (La empresa)

Ofrecer al mercado global bebidas y alimentos saludables para toda la familia, garantizando estándares de calidad internacional y una participación competitiva en el sector.

(La empresa)

3.1.5. *Visión*

La presente investigación tiene como lugar de estudio la planta de Industrias San Miguel en la planta situado en la ciudad de Arequipa, Perú. Ubicada en Calle La Florida 206, Huaranguillo - Sachaca.

Figura 2

Ubicación de la empresa



3.2. Servicio de la empresa

3.2.1. *Proceso productivo*

Actualmente la empresa en su planta de Arequipa cuenta con 5 líneas de producción en estado operativo, en cada línea de producción se producen diferentes bebidas, según; formato, sabor y tipo.

El presente estudio se realizará en:

Proceso productivo agua Cielo/Loa formato 7 litros de la línea de producción 06.
Comenzando desde el tratamiento de agua hasta el proceso final del embotellamiento.

A continuación, se presenta las actividades dentro del proceso de producción de agua embotellada:

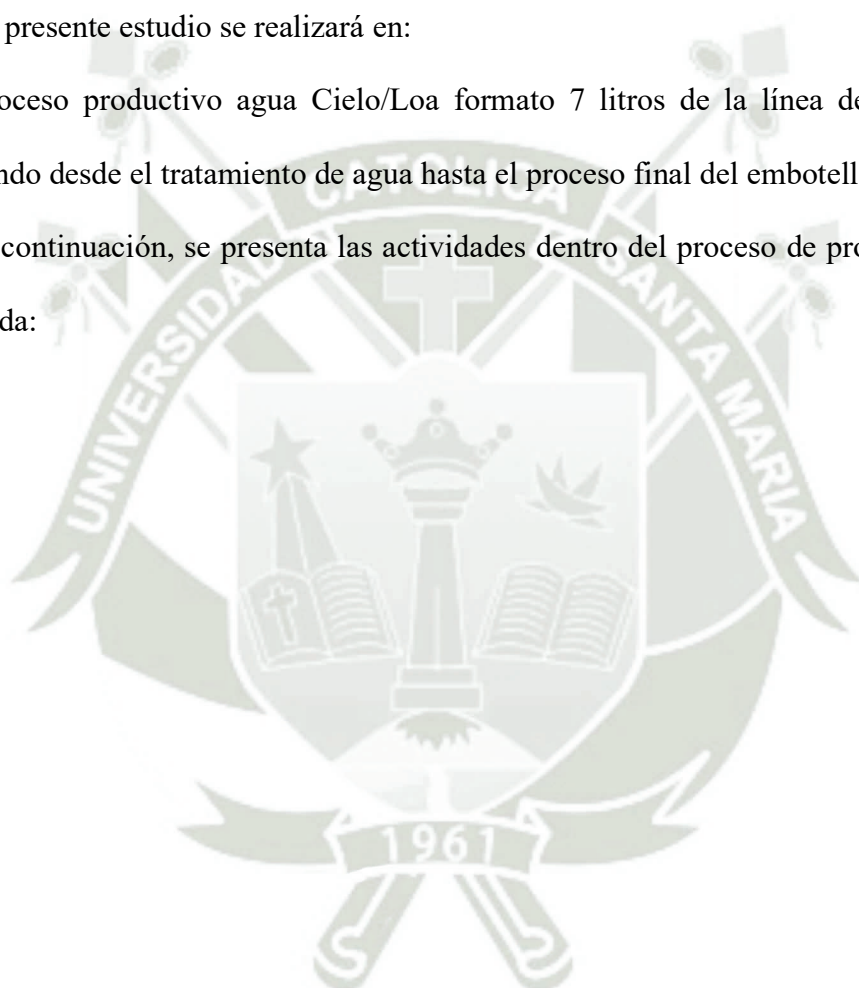


Figura 3

Flowsheet del proceso productivo de agua embotellada



Nota. Elaboración propia.

3.2.2. Descripción del proceso productivo embotellado 7 litros

3.2.2.1. Tratamiento de agua.

El proceso empieza desde la extracción de agua a través de pozos profundos tubulares, donde luego son almacenados en cisternas. En este punto el agua pasa por un tratamiento físico – químico.

El tratamiento físico – químico dado en el tanque reactor se realiza por el sistema de tratamiento convencional de coagulación con Cal, iniciando con el bombeo de agua cruda a los tanques reactores, el procedimiento consta de agua cruda que entra en el tanque de reacción, donde se mezcla con:

- Cal hidratada, para reducir su alcalinidad.
- Sulfato ferroso, para la coagulación y formación de un flóculo.
- Hipoclorito de sodio para la oxidación y desinfección.
- Cloro, desinfección y oxidación de las impurezas que contiene el agua.

Al terminar el procedimiento anterior el agua es trasladada a cisternas de agua tratada. Seguidamente el agua pasa un sistema de filtros para liberar y retener el agua de partículas indeseables dándole mayor calidad. Estos filtros son los siguientes:

a) Filtración con filtro de arena/cuarzo

El medio filtrante retiene y soporta grumos o coágulos gelatinosos, que debido a su baja densidad han sido arrastrados del tanque pulmón, formando estratos sucesivos a medida que el líquido va atravesando el medio filtrante.

El medio filtrante actúa reteniendo los grumos o coágulos gelatinosos que, debido a su baja densidad, son arrastrados del tanque pulmón. Estos compuestos se acumulan formando estratos sucesivos conforme el líquido atraviesa el medio filtrante.

b) Filtración con filtro de carbón activado

Una vez pasado por el filtro de arena / cuarzo, el agua ingresa por el siguiente medio filtrante cuya función es eliminar el residual de cloro de agua, y absorber y eliminar del agua estas pequeñas impurezas residuales, como los metales pesados y los trihalometanos que pudieran estar presentes en el agua.

c) Filtración con filtro pulidor

Por medio de este medio filtrante, los cuales poseen cartuchos con poros de 5 micras, filtran el agua a presión liberándola por el centro de los cartuchos dejándola totalmente libre de partículas mayores a 5 micras.

d) Filtración con filtro de manga

Este último sistema de filtración el cual es abastecido con filtros de manga los cuales, al poseer poros de una micra, filtran el agua a presión liberándola por el centro de los cartuchos, dejándola totalmente libre de partículas mayores a 1 micra.

3.2.2.2.Soplado.

El proceso comienza desde la recepción de un tubo largo y delgado de plástico de PET, conocido como preforma. La preforma ingresa al horno donde se calienta para ablandar el material y hacerlo maleable. Luego de alcanzar la temperatura adecuada, se coloca la preforma en la cavidad de molde de soplado y se inyecta aire a presión para expandirlo, para darle la forma del molde. Después de moldear la botella, esta se enfría para solidificar el material.

3.2.2.3.Etiquetado.

Las botellas ingresan a la máquina etiquetadora, donde su método de etiquetado es por adhesión mediante una goma industrial, en este proceso la etiqueta como materia prima es puesta en un rodillo para circular en forma de tiras, que estas se cortan mediante una taca para

pegar por botellas. Después de la aplicación de las etiquetas, se verifica que tenga la presentación adecuada.

3.2.2.4.Llenado.

Las botellas transportadas del proceso anterior llegan de manera controlada a la máquina llenadora. Las botellas ingresan al rinser donde se someten a un proceso de enjuague y desinfección con agua blanda, seguidamente pasa al llenado donde el líquido se dosifica y se vierte en las botellas, este proceso se realiza con precisión para evitar derrames y garantizar que cada botella se llene con la cantidad correcta. El proceso de llenado es por presión. A continuación, después del llenado de la botella se procede con el sellado por tapas. Al terminar este proceso el producto se codifica con la fecha de vencimiento y otros códigos.

3.2.2.5.Empacado.

En este proceso las botellas se alinean y se agrupan de a dos para un paquete. Esto puede variar según el tipo de formato. Las botellas son envueltas con una lámina termo contraíble y llevadas a un túnel de termo contracción donde las láminas se contraen por el calor proporcionando un sellado ajustado y una presentación estéticamente agradable.

3.2.2.6.Paletizado.

Llegadas en este último proceso las botellas se vuelven alinear y orientar de acuerdo con el patrón de apilamiento, para el formato 7 litros son 21 cajas por cama, es decir 48 cajas por palet. El proceso se realiza de manera manual.

3.2.3. Productos del proceso productivo

La producción se ejecuta en función del programa de producción emitido por el área de planeamiento y control, que coordina con el área de ventas quien se encarga de elaborar las respectivas órdenes de producción.

En la figura 4 se presenta los productos de formato 7000 ml. Que elabora la empresa en dicha línea de producción

Figura 4

Productos de formato 7000 ml

Productos obtenidos del proceso de embotellamiento línea de producción 06	
	
Agua Cielo 7000 ml S/GAS	Agua Loa ligera 7000 ml S/GAS
Se presentan los productos obtenidos del proceso de embotellamiento en la empresa Industrias San Miguel Del Sur S.A.C.	

Nota. Elaboración propia.

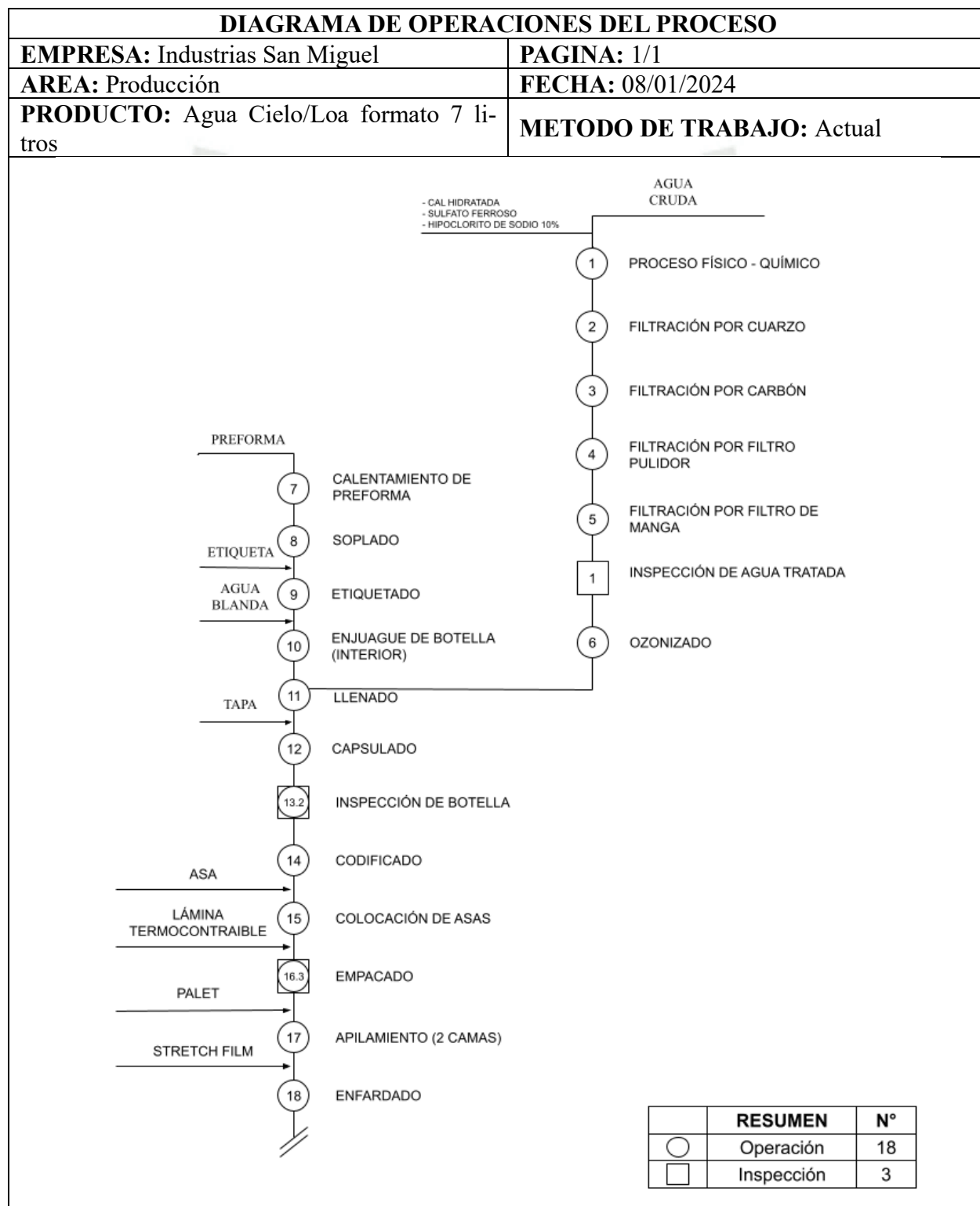
3.2.4. Diagramas del proceso productivo

A continuación, se presenta los siguientes diagramas del proceso productivo en la línea de producción 06 para el formato 7000 ml de agua de mesa.

3.2.4.1. Diagrama de operaciones del proceso

Figura 5

Diagrama de operaciones del proceso de sistema de productivo de embotellado 7 litros



Nota. Elaboración propia.

Figura 6

DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO	
EMPRESA: Industrias San Miguel	PAGINA: 1/2
AREA: Producción	FECHA: 08/01/2024
PRODUCTO: Agua Cielo/Loa formato 7 litros	METODO DE TRABAJO: Actual

```

graph TD
    AC[AGUA CRUDA] --> R1[1 RECEPCIÓN]
    AC --> P1[1 PROCESO FÍSICO - QUÍMICO]
    AC --> C1[2 A CISTERNAS]
    AC --> A1[1 ACUMULACIÓN DE AGUA]
    AC --> F1[3 A FILTRO DE ARENA / CUARZO]
    AC --> F2[2 FILTRACIÓN POR CUARZO]
    AC --> F3[4 A FILTRO DE CARBÓN]
    AC --> F4[3 FILTRACIÓN POR CARBÓN]
    AC --> F5[5 A FILTRO DE PULIDORES]
    AC --> F6[4 FILTRACIÓN POR FILTRO PULIDOR]
    AC --> F7[6 A FILTRO DE MANGA]
    AC --> F8[5 FILTRACIÓN POR FILTRO DE MANGA]
    AC --> I1[1 INSPECCIÓN DE AGUA TRATADA]
    AC --> O1[7 A OZONIZADOR LP06]
    AC --> O2[6 OZONIZADO]
    AC --> L1[8 LLENADORA LP06]
    AC --> L2[11 LLENADO]
    AC --> L3[12 CAPSULADO]
    AC --> A2[A]

```

El diagrama de flujo detalla el proceso de producción de Agua Cielo/Loa formato 7 litros. Comienza con la recepción de agua cruda, seguida por un proceso físico-químico que incluye la adición de cal hidratada, sulfato ferroso y hipoclorito de sodio 10%. El agua luego pasa por varias etapas de filtración: a cisternas, acumulación, filtración por arena/cuarzo, filtración por carbón, filtración por pulidores, filtración por filtro pulidor, filtración por manga, y filtración por filtro de manga. Después de la inspección de agua tratada, el agua pasa por un ozonizador LP06 y se convierte en agua ozonizada. Finalmente, el agua se llena en botellas (LLENADORA LP06) y se enjuaga (ENJUAGUE DE BOTELLA INTERIOR) con agua blanda. El proceso concluye con el etiquetado (ETIQUETADO) y el capsulado (CAPSULADO) de las botellas.

DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO

EMPRESA: Industrias San Miguel

PAGINA: 2/2

AREA: Producción

FECHA: 08/01/2024

PRODUCTO: Agua Cielo/Loa formato 7 litros

METODO DE TRABAJO: Actual



	RESUMEN	Nº
○	Operación	18
□	Inspección	3
➡	Transporte	15
⏸	Espera	2
▽	Almacenamiento	3

Nota. Elaboración propia.

3.2.4.3. Diagrama de análisis del proceso detallado

Figura 7

Diagrama de análisis del proceso detallado de sistema de productivo de embotellado 7 litros

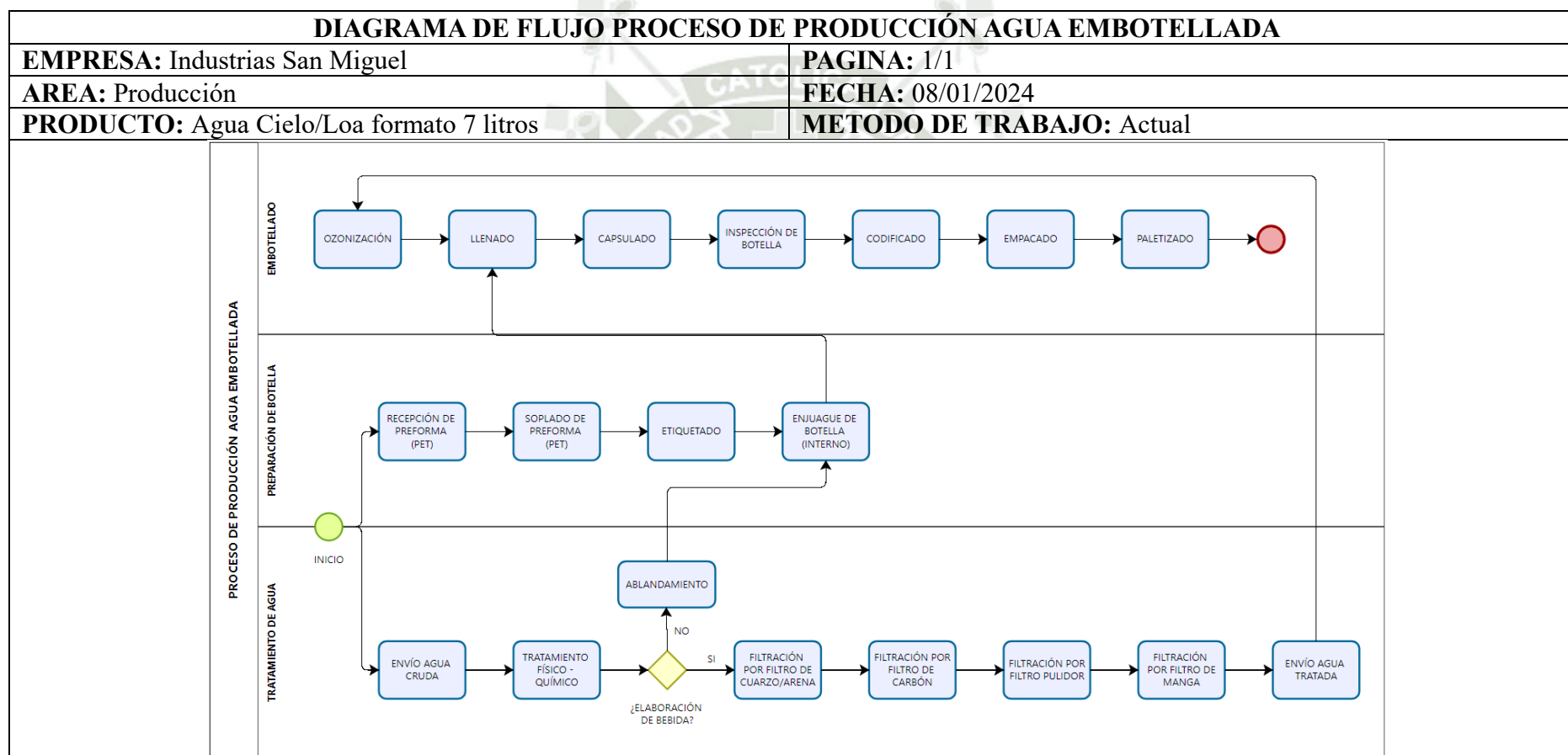
DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO (DETALLADO)										
EMPRESA: Industrias San Miguel						PAGINA: 1/1				
AREA: Producción						FECHA: 08/01/2024				
PRODUCTO: Agua Cielo/Loa formato 7 litros						METODO DE TRABAJO: Actual				
N°	ACTIVIDAD	D	T	SIMBOLOS						Observaciones
		m	seg	○	⇒	□	▭	▽	⊗	
1	Recepción de agua cruda en cisternas		-							X
2	Transporte de agua cruda a tanque reactor				X					
3	Proceso físico - químico			X						
4	Transporte de agua cruda a cisternas				X					
5	Acumulación de agua cruda							X		
6	Transporte a filtro de arena / cuarzo				X					
7	Proceso de filtración por gravas de cuarzo			X						
8	Transporte a filtro carbón				X					
9	Proceso de filtración por carbón activado			X						
10	Transporte a filtros pulidores				X					
11	Proceso de filtración por filtro pulidor			X						
12	Transporte a filtros de manga				X					
13	Proceso de filtración por filtros de manga			X						
14	Inspección de agua tratada						X			
15	Transporte a ozonizador LP06				X					
16	Proceso de ozonizado			X						
17	Transporte a máquina llenadora				X					
18	Recepción y almacenaje de preforma		-						X	
19	Transporte de preforma al área de soplado	9	0.21		X					
20	Calentamiento de preforma		4.21	X						La temperatura promedio es de 105 °C
21	Soplado de PET (Inyección de aire)		0.21	X						La velocidad promedio es de 10.8 preforma por turno
22	Transporte de botella hacia máquina etiquetadora	3.05	1.38		X					
23	Etiquetado		0.28	X						
24	Transporte de botella hacia máquina llenadora	4.75	2.08		X					
25	Enjuague de botella (interior)		0.15	X						
26	Llenado		0.14	X						
27	Capsulado		0.9	X						
28	Transporte de botella hacia equipo codificador	10.4	2.4		X					
29	Inspección de botella		0.01						X	
30	Codificado		0.01	X						Proceso continuo
31	Colocación de asas		0.05	X						Se realiza de tarea manual
32	Transporte de botella hacia máquina empacadora	7.3	0.21		X					
33	Proceso de empacado		1						X	
34	Transporte de paquete hacia zona de paletizado	1	0.31		X					
35	Apilamiento en 2 niveles		4.15	X						Agrupación de paquetes de 2 botellas
36	Enfardado		0.15	X						Se enfarda con stretch film
37	Espera							X		Pallet en espera hasta que el montacarguista llegue para trasladarlo a almacén
38	Transporte hacia almacén de producto terminado	39.1	0.47		X					
39	Almacenaje		-						X	
TOTAL			16	15	1	2	3	2		

Nota. Elaboración propia.

3.2.4.4. Diagrama de flujo del proceso de producción agua embotellada

Figura 8

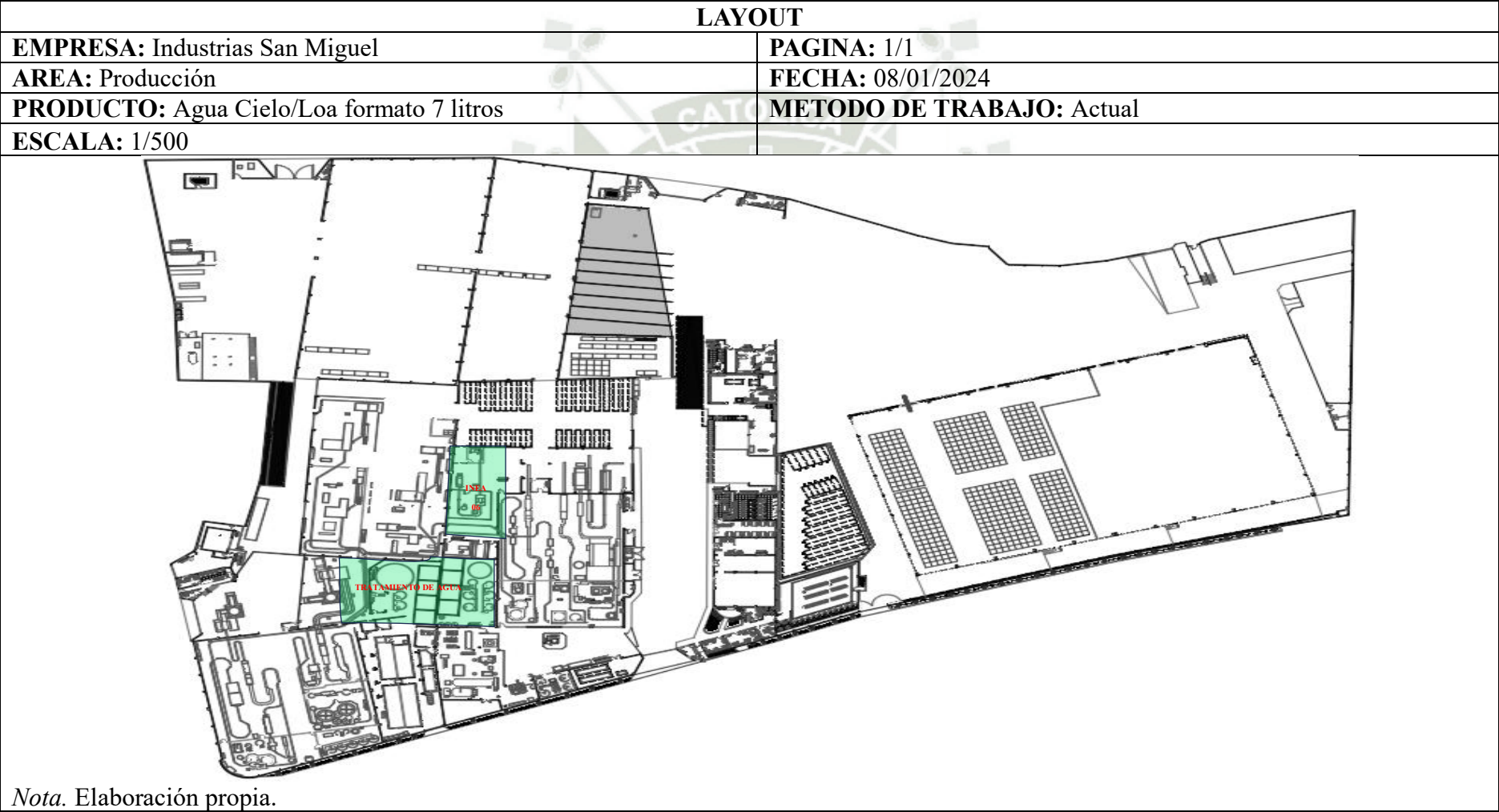
Diagrama de flujo del proceso de producción embotellado 7 litros



3.2.4.5.Layout de la empresa

Figura

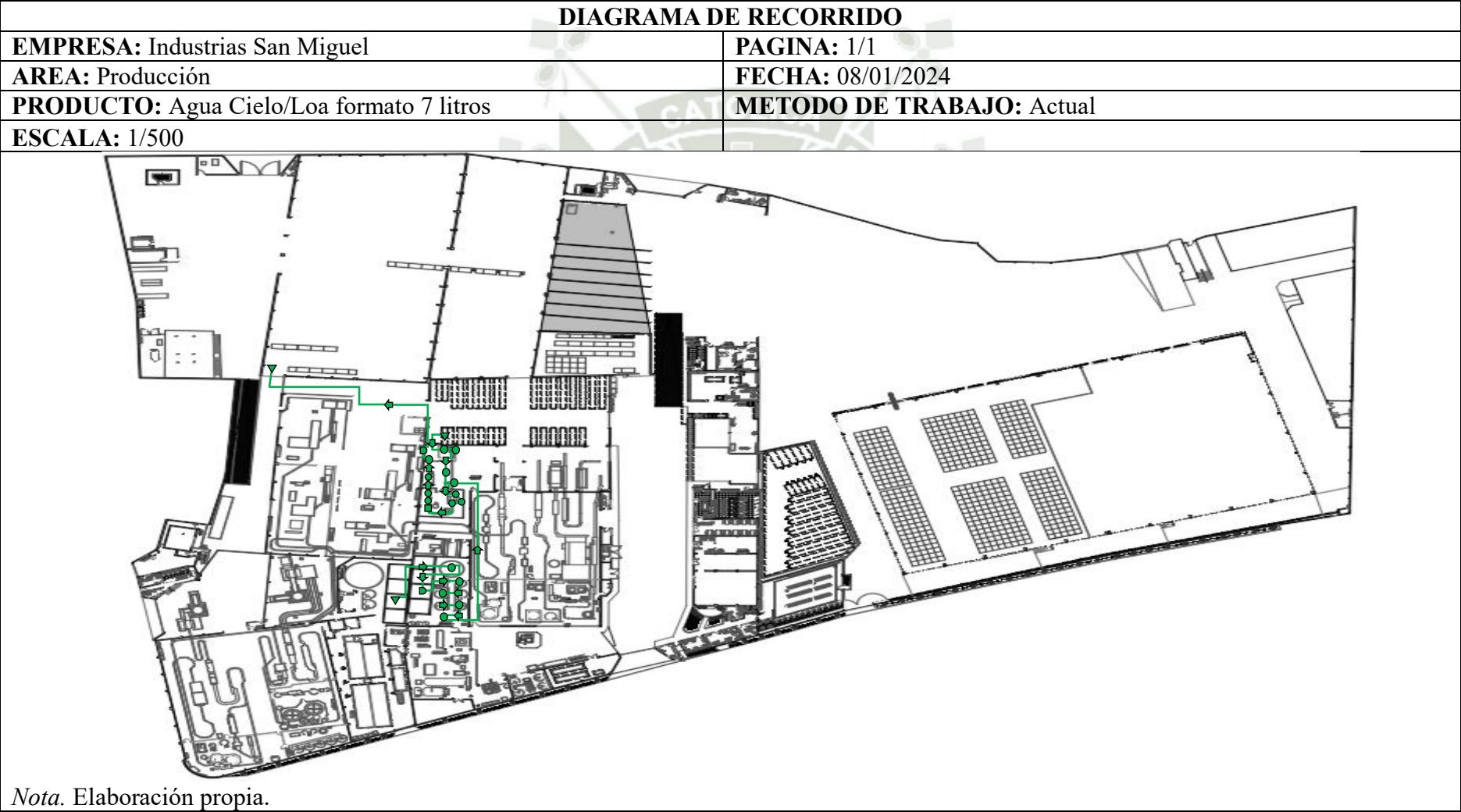
Layout de la empresa



3.2.4.6.Diagrama de recorrido de la empresa

Figura

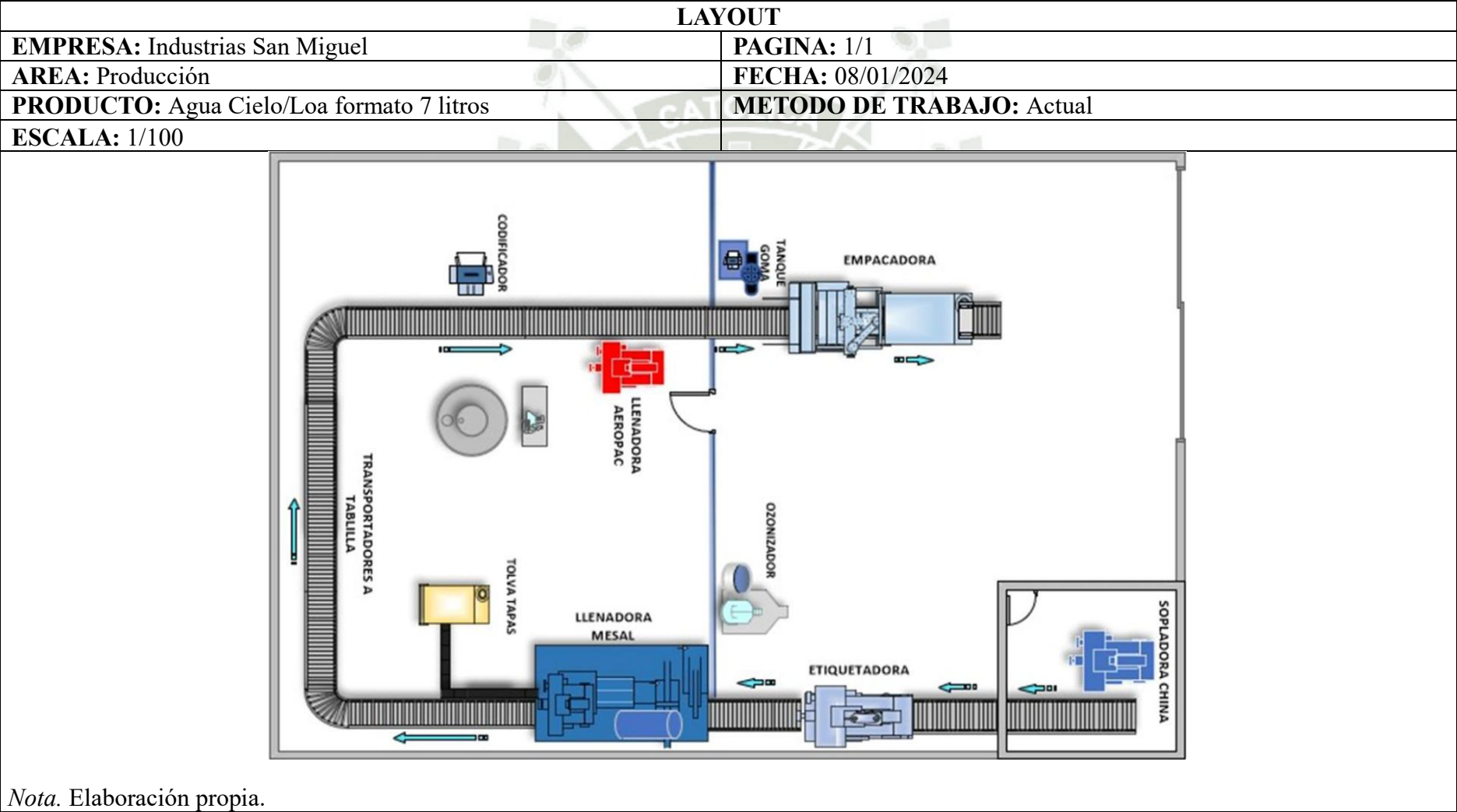
Diagrama de recorrido de la empresa



3.2.4.7.Layout de la línea de producción 06

Figura

Layout de la línea de producción 06

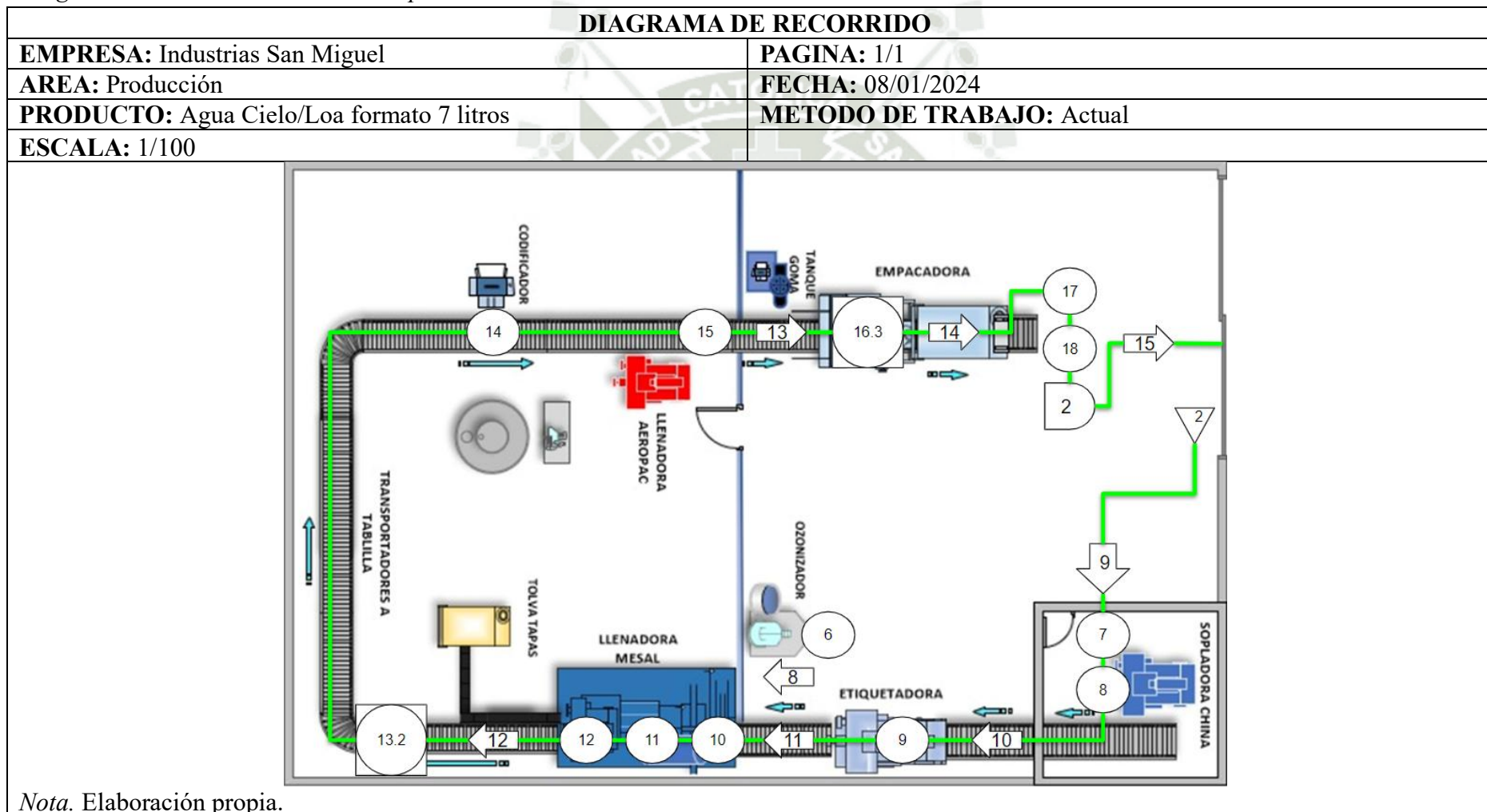


3.2.4.8. Diagrama de recorrido de la línea de producción 06

Figura

Diagrama de recorrido de la línea de producción 06

12





CAPÍTULO IV

CAPÍTULO IV

4. Modelo de simulación actual

En esta sección se presenta el desarrollo del modelo de simulación del sistema productivo de la empresa embotelladora, enfocado en la línea de producción 06. Este modelo permitirá obtener información detallada sobre la gestión de las actividades del proceso productivo, así como la asignación y el uso de los recursos. A través del estudio se analizará el desempeño del proceso, identificando las principales problemáticas y proponiendo acciones de mejora orientadas a optimizar la eficiencia y productividad de dicha línea de producción.

4.1. Propiedades del modelo

Para el presente modelo se dividió las variables en exógenas y endógenas, las cuales se presentan a continuación:

4.1.1. Variables exógenas (Independiente)

- Y1 Intervalo de llegada de preforma al área de soplado.
- X1 Tiempo de calentamiento de preforma.
- X2 Tiempo de soplado PET.
- X3 Tiempo de transporte hacia máquina etiquetadora.
- X4 Tiempo de etiquetado.
- X5 Tiempo de transporte hacia máquina llenadora.
- X6 Tiempo de enjuague.
- X7 Tiempo de llenado.
- X8 Tiempo de capsulado.
- X9 Tiempo de transporte hacia codificador.
- X10 Tiempo de codificado.
- X11 Tiempo de transporte hacia colocación de asas.
- X12 Tiempo de colocación de asas.

- X13 Tiempo de transporte hacia empacado
- X14 Tiempo de empacado.
- X15 Tiempo de transporte hacia paletizado.
- X16 Tiempo de paletizado.
- X17 Tiempo de enfardado.
- X18 Tiempo de transporte almacén producto terminado.

4.1.2. Variables endógenas (Dependiente)

- Wq1 Tiempo promedio de espera en calentamiento de preforma.
- Wq2 Tiempo promedio de espera en soplado PET.
- Wq3 Tiempo promedio de espera en etiquetado.
- Wq4 Tiempo promedio de espera en enjuague.
- Wq5 Tiempo promedio de espera en llenado.
- Wq6 Tiempo promedio de espera en capsulado.
- Wq7 Tiempo promedio de espera en codificado.
- Wq8 Tiempo promedio de espera en colocación de asas.
- Wq9 Tiempo promedio de espera en empacado.
- Wq10 Tiempo promedio de espera en paletizado.
- Wq11 Tiempo promedio de espera en enfardado.
- Wq12 Tiempo promedio de espera transporte almacén producto terminado.
- U1 Utilización de sopladora.
- U2 Utilización de operador 1 para colocación de botellas.
- U3 Utilización de etiquetadora.
- U4 Utilización de llenadora.
- U5 Utilización de codificador.
- U6 Utilización de operador 2 para colocación de asas.

- U7 Utilización de operador 3 para colocación de asas.
- U8 Utilización de empacadora.
- U9 Utilización de operador 5 para paletizado.
- U10 Utilización de operador 5 para enfardado.
- U11 Utilización de montacarga.
- Y2 Número total de producto terminado (botella).
- Y3 Número total de pallets producidos.
- Y4 Número total de litros.

4.2. Recopilación de la información

Para la recopilación de los datos obtenidos y la información del proceso productivo de dicho formato, como primera acción, se determinó el tamaño de la muestra a tomar, como datos iniciales se consideró que fuera una cantidad de 10 datos de muestra para cada variable.

Estos datos fueron obtenidos por medio de la observación directa en los puestos de trabajo involucrados con un desempeño habitual, es decir con normalidad. Este estudio se realizó en una semana para la recopilación de los datos.

Con esto se determinó la media y la desviación estándar, permitiendo calcular el tamaño de muestra necesario por variable, encontrando una distribución estadística apropiada para el estudio.

4.3. Fuentes de información

- Observación directa de las actividades realizadas en los puestos de trabajo.
- Medición de tiempos del proceso productivo mediante el uso de cronómetro.
- Análisis de reportes de producción, considerando el historial de pedidos de los clientes y el funcionamiento operativo de las máquinas.

4.4. Duración del estudio

La data y la información obtenida se realizó en un periodo de un mes aproximadamente, evaluando la productividad de cada turno de producción, durante el mes de marzo de 2024.

4.5. Determinación del tamaño de muestra

Se utilizó la siguiente fórmula para el cálculo de tamaño de muestra según el número de observaciones por método estadístico.

$$n' = \left(\frac{40\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Donde:

n' = Tamaño de muestra (Número de observaciones)

n = Número de observaciones del estudio preliminar

$\sum$ = Sumatoria de los valores

x = valor de las observaciones

40 = Constante para un nivel de confianza de 94.45%

Nivel de confianza = 94.45%

Margen de error = $\pm 5.55\%$

Seguidamente, se presenta el cálculo del tamaño de muestra detallado de la variable “X16: Enfardado”. Considerado como 10 datos preliminares para el presente estudio:

Tabla 9
Datos preliminares

Enfardado	
T1	0.3
T2	0.25
T3	0.23
T4	0.28
T5	0.28
T6	0.25
T7	0.33
T8	0.33
T9	0.3
T10	0.31

Nota. Elaboración propia.

Se presenta la tabla de datos a reemplazar en la fórmula:

Tabla 10
Datos a reemplazar

n' =	10
Σx =	2.86
Σx ² =	0.83
Constante	40
Nivel de confianza	94.45%
Margen de error	±5.55%

Nota. Elaboración propia.

A continuación, el cálculo del tamaño de muestra de la variable “X16: Enfardado”.

$$n' = \left(\frac{40 \sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

$$n' = \left(\frac{40 \sqrt{10 \times 0.83 - (2.86)^2}}{2.86} \right)^2$$

$$n' = 20.8127 \approx 21$$

Como resultado se observa que para la toma de los 10 datos preliminares se necesita una muestra de 21 datos.

Asimismo, se determinó el tamaño de las muestras para las restantes variables involucradas en el proceso productivo de la línea de producción.

4.6. Determinación de distribución de probabilidad

La obtención de las distribuciones de probabilidad se llevó a cabo utilizando la función interna del software Arena Simulation conocida como Input Analyzer. Esta herramienta posibilita la realización de análisis estadístico de los datos recopilados, así como la identificación de la distribución estadística óptima para cada una de las variables, asegurando el cumplimiento de los criterios establecidos en las pruebas correspondientes.

Posteriormente, siguiendo con la variable “X16: Enfardado”, como ejemplo para tomar en cuenta los datos obtenidos para la determinación de probabilidad, se completaron los 21 datos calculados mediante la formula del tamaño de muestra, obteniéndose la siguiente tabla:

Tabla 11

Determinación de Probabilidad

Enfardado			
T1	0.3	T12	0.18
T2	0.25	T13	0.2
T3	0.23	T14	0.25
T4	0.28	T15	0.22
T5	0.28	T16	0.23
T6	0.25	T17	0.25
T7	0.33	T18	0.26
T8	0.33	T19	0.28
T9	0.3	T20	0.23
T10	0.31	T21	0.25
T11	0.19		

Nota. Elaboración propia.

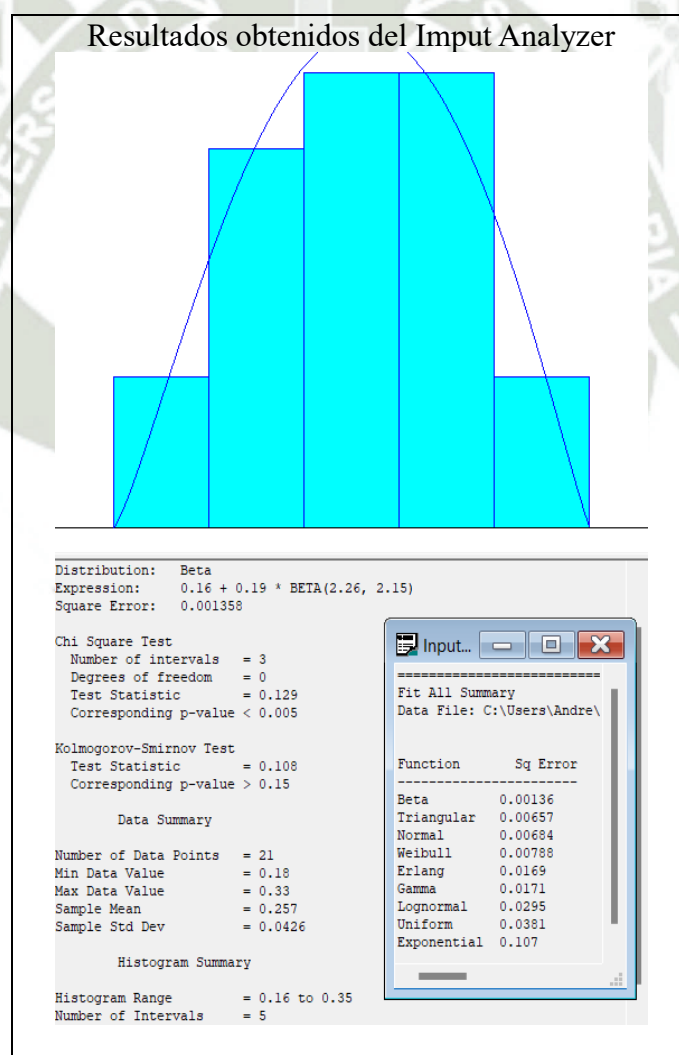
Seguidamente, se analizan los datos estadísticos ingresados al Input Analyzer del software Arena Simulation obteniéndose los siguientes resultados a partir de los cuales se concluye que la distribución correspondiente a la variable “X16: Enfardado” presenta la

distribución Beta que es la que tiene el menor error cuadrado, con la expresión $0.16 + 0.19 * \text{BETA}(2.26, 2.15)$, con respecto a la prueba Chi Cuadrado se presenta un valor menor de 0.05 afirmando hay una asociación significativa en las variables analizadas, con respecto a la prueba de Kolmogorov Smirnov se presenta un valor mayor a 0.15 por lo que se puede afirmar que la muestra de datos es aceptada y cumple con los principios establecidos.

De igual manera, se llevó a cabo el procedimiento de determinación de probabilidad para las demás variables del proceso productivo correspondientes a la línea de producción.

Figura 13

Input Analyzer de la variable X16: Enfardado



Nota. Elaboración propia.

4.6.1. Distribuciones

A continuación, se presentan las distribuciones probabilísticas del sistema productivo actual.

Tabla 12

Distribuciones Probabilísticas

	Variable	Distribución	Unidad
X1	Calentamiento de preforma	$4.13 + 0.45 * \text{BETA}(0.577, 0.528)$	MIN
X2	Soplado PET	$\text{NORM}(0.154, 0.0132)$	MIN
X3	Transporte hacia máquina etiquetadora	$\text{TRIA}(2.19, 2.22, 2.23)$	MIN
X4	Etiquetado	$0.42 + \text{GAMM}(0.00377, 7.96)$	MIN
X5	Transporte hacia máquina llenadora	$2.05 + \text{LOGN}(0.0262, 0.0101)$	MIN
X6	Enjuague	$\text{TRIA}(0.13, 0.151, 0.16)$	MIN
X7	Llenado	$\text{NORM}(0.149, 0.00539)$	MIN
X8	Capsulado	$\text{TRIA}(0.14, 0.149, 0.17)$	MIN
X9	Transporte hacia codificador	$1.47 + 0.04 * \text{BETA}(7.51, 9.09)$	MIN
X10	Codificado	0.01	MIN
X11	Transporte hacia colocación de asas	$\text{TRIA}(0.10, 0.12, 0.14)$	MIN
X12	Colocación de asas	$\text{LOGN}(0.0242, 0.0123)$	MIN
X13	Transporte hacia empacado	$0.07 + 0.21 * \text{BETA}(1, 1.14)$	MIN
X14	Empacado	$\text{NORM}(0.446, 0.00917)$	MIN
X15	Transporte hacia paletizado	$\text{NORM}(0.192, 0.0326)$	MIN
X16	Paletizado (Pallet)	$5.39 + 0.81 * \text{BETA}(0.337, 0.595)$	MIN
X17	Enfardado	$0.16 + 0.19 * \text{BETA}(2.26, 2.15)$	MIN
X18	Transporte almacén producto terminado	$\text{TRIA}(0.33, 0.386, 0.41)$	MIN

Nota. Elaboración propia.

4.6.2. Recursos

Los recursos que cuentan actualmente la empresa para el proceso productivo actual presente en el modelo de simulación son los siguientes:

Tabla 13
Recursos

Recurso	Cantidad
Operador sopladora	2
Operador etiquetadora	1
Operador llenadora	1
Operador flomix	1
Operador de montacarga	1
Auxiliares rotativos	6
Sopladora	1
Etiquetadora	1
Llenadora	1
Empacadora	1
Codificador	1
Ozonizador	1
Montacarga	1
TOTAL	19

Nota. Elaboración propia.

4.6.3. Determinación del número de réplicas

Para la determinación de este método se utilizó el teorema del límite Central el cual encuentra la tendencia a la normalidad, con un nivel de confianza determinado.

$$N = \left(\frac{Z * S}{e} \right)^2$$

Donde:

N = Tamaño de la población estimada

Z = Nivel de confianza

S = Desviación estándar

E = Error máximo permisible

Para el cálculo realizado se hizo un muestreo inicial de 30 réplicas, obteniendo así la desviación y el error, como se puede observar en el siguiente cuadro:

Tabla 14

Cálculo del número de réplicas del modelo de simulación

Variable	NC	Z	S	E	N
Preforma	95%	1.96	0.0631	0.0118	120
Botella soplada	95%	1.96	0.2114	0.0395	120

Nota. Elaboración propia.

El número de réplicas que se tomarán para el modelo de simulación considerando la variable de “PREFORMA” y “BOTELLA SOPLADA” será de 120 réplicas.

4.6.4. Parámetros

Para el cálculo realizado se hizo un muestreo inicial de 30 réplicas, obteniendo así la desviación y el error, como se puede observar en el siguiente cuadro:

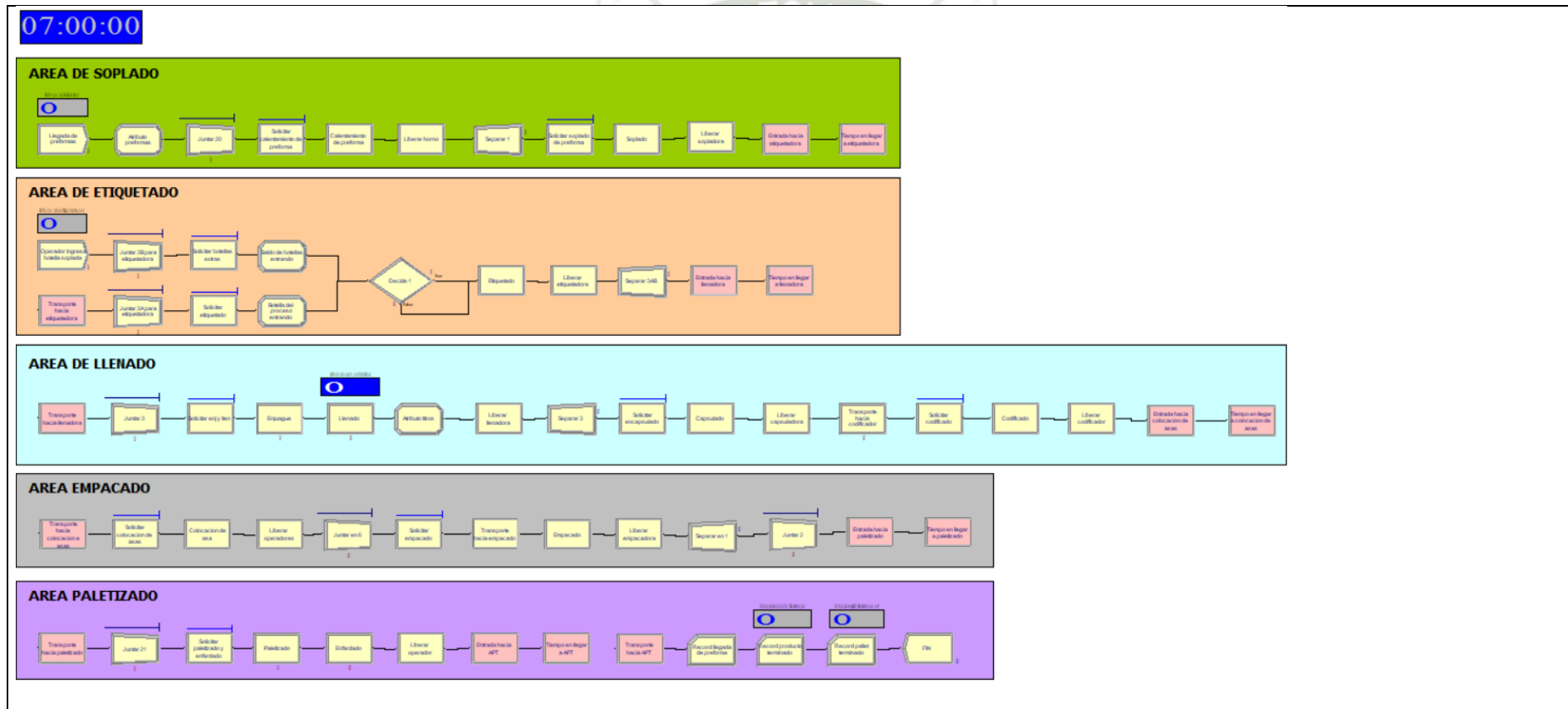
- Unidad de tiempo: Minutos.
- Tiempo de simulación: 8 horas.
- El tiempo de réplica se calcula considerando una jornada laboral completa de 8 horas conforme a lo establecido en el estudio. Este enfoque se adopta debido a que no se toma en cuenta el cumplimiento exacto del programa diario, dado que existe una variabilidad significativa en su desarrollo.
- Número de réplicas: 120.

4.7. Modelo de simulación y animación

4.7.1. Simulación del sistema productivo

Figura 14

Simulación del sistema productivo



4.8. Validación de resultados

Es fundamental realizar la validación del modelo desarrollado para la empresa, con el fin de asegurar que las mediciones previas coincidan adecuadamente con el modelado del sistema en base al rendimiento del sistema real. Para llevar a cabo esta validación, en primer lugar, se verificó que el modelo representará con precisión las condiciones reales del sistema productivo, incluyendo sus actividades, comportamientos y resultados. Posteriormente, se comparó el modelo con los datos obtenidos para verificar que la lógica del comportamiento operativo del sistema fuera correcta.

Tabla 15

Validación del modelo de simulación (Botella)

Producción	Real	Simulación	
Producción total (pallets en apt)	37	37	<0.13
Producción total (botella)	1554	1535	<5.29

Nota. Elaboración propia.

4.9. Evaluación de resultados

Luego de la validación del modelo de simulación en el programa Arena Software Simulation se da paso a la observación de los reportes, los cuales contienen las variables del modelo de simulación que representan la problemática real.

Tabla 16
Resultados del modelo actual

Variable	Definición	Valor obtenido	Halfwidth ($\pm$)
Wq1	Tiempo promedio de espera en calentamiento de preforma.	19.5808	<0.20
Wq2	Tiempo promedio de espera en soplado PET.	3.8009	<0.09
Wq3	Tiempo promedio de espera ingreso de botellas extras	7.1753	<0.17
Wq4	Tiempo promedio de espera en etiquetado.	5.1789	<0.23
Wq5	Tiempo promedio de espera en enjuague.	0.9339	<0.03
Wq6	Tiempo promedio de espera en llenado.	0.9339	<0.03
Wq7	Tiempo promedio de espera en capsulado.	4.7376	<0.20
Wq8	Tiempo promedio de espera en codificado.	0.5679	<0.00
Wq9	Tiempo promedio de espera en colocación de asas.	0.07645871	<0.00
Wq10	Tiempo promedio de espera en empacado.	19.8126	<0.17
Wq11	Tiempo promedio de espera en paletizado.	0.2586	<0.13
Wq12	Tiempo promedio de espera en enfardado.	0.2586	<0.13
U1	Utilización de horno.	65.51%	0%
U2	Utilización de sopladora.	58.59%	0%
U3	Utilización de operador 1 para colocación de botellas.	50.13%	0%
U4	Utilización de etiquetadora.	50.15%	0%
U5	Utilización de llenadora.	43.56%	0%
U6	Utilización de capsuladora.	67.33%	0%
U7	Utilización de codificador.	43.75%	0%
U8	Utilización de operador 2 para colocación de asas.	10.59%	0%
U9	Utilización de operador 3 para colocación de asas.	10.59%	0%
U10	Utilización de empacadora.	83.46%	0%
U11	Utilización de operador 4 empacadora.	83.46%	0%
U12	Utilización de operador 5 paletizado.	56.62%	0%
Y1	Número total de pallets producidos.	37	<0.13
Y2	Número total de productos terminado.	1535	<5.29

Nota. Elaboración propia.

A continuación, se presentan las conclusiones derivadas del modelo de simulación del sistema productivo actual:

- Se observa una notable variabilidad en los tiempos de espera y en el porcentaje de utilización de los operarios dentro del sistema de producción (Colocación de botellas, colocación de asas, empacadora, paletizado), debido a que el método de trabajo de cada puesto de trabajo de los operadores es distinto y existe las micro paradas producidas por acomodar y calibrar (equipos, botellas, materiales) usados para continuar el proceso productivo.
- La utilización de los equipos especialmente el área de soplado es aproximadamente del horno 65% y de la sopladora de 59%, reflejando que no trabajan con su mayor capacidad debido a que el equipo es semiautomático para su funcionamiento, aun así, no se llega a abastecer completamente al siguiente proceso por lo que otro operador se encuentra en el siguiente proceso rellenando con saldo de botellas extras. Por lo que se puede deducir con estos datos, evidenciando un tiempo de espera considerable en dicho proceso, lo que confirma la presencia de un cuello de botella dentro del sistema productivo.
- La utilización en el equipo del área de etiquetado es aproximada a 50%, lo cual se observa que no está trabajando con su mayor capacidad, debido a que la velocidad de la maquinaria es disminuida debido al tiempo de espera que el equipo de la llenadora tarda en cumplir.
- La utilización en el área de llenado es aproximadamente de un 50%, el cual se observa que no está trabajando a una capacidad correcta y esto es debido a que el equipo baja su velocidad para compensar el tiempo de espera que tiene desde la etiquetadora y esta debido al proceso inicial que es el soplado. Por lo que se puede

deducir con estos datos que hay un notorio tiempo de espera presente en dicho proceso, demostrando así la existencia de un cuello de botella.

- La utilización en el área de empaçado es aproximada de 84% lo que quiere decir que es el mejor equipo que opera con mayor capacidad.
- La utilización en el área de paletizado es aproximadamente de un 56% debido a que el operador es quien se encarga de operar dicha actividad.
- Se observa que la utilización de los operadores de colocación de asas es el más bajo debido a que no se requiere de mucha precisión para dicha actividad y sin embargo se cuenta con dos operadores destinados para completarla.
- Se observa que hay una existencia de cuellos de botella en las actividades del proceso productivo, los cuales estos ocasionan un incremento en el tiempo total de producción. Esta situación se debe principalmente a la falta de estandarización en los métodos de trabajo, a la distribución inadecuada del personal en cada área y a la ausencia de la maquinaria óptima para las actividades del sistema.

4.10. Problemática en el sistema productivo

A partir del análisis de los resultados obtenidos de la simulación del modelo del sistema productivo actual de la empresa mediante el software Arena Simulation, se elaboró un cuadro resumen que presenta las principales problemáticas identificadas en el sistema junto con sus respectivas propuestas de solución:

Tabla 17
Problemática presente en el sistema productivo

Actividad	Observaciones	Propuesta
Soplado	- Desorden en el área. - Demora en el soplado. - Método de trabajo semiautomático. - Cuellos de botella.	- Implementación de equipo nuevo. - Implementación de herramientas. - Manual de estandarización. - 5'S.
Etiquetado	- Desorden en el área. - Baja velocidad. - Demora.	- Implementación de herramientas. - Manual de estandarización. - 5'S.
Llenado	- Desorden en el área. - Baja velocidad. - Demora.	- Implementación de herramientas. - Manual de estandarización. - 5'S.
Empacado	- Desorden en el área. - Método de trabajo semiautomático. - Cantidad de operarios alta.	- Implementación de herramientas. - Manual de estandarización. - 5'S.
Paletizado	- Desorden en el área. - Método de trabajo manual. - Demoras.	- Implementación de herramientas. - Manual de estandarización. - 5'S.

Nota. Elaboración propia.

4.11. Análisis del indicador OEE

El análisis del indicador OEE (Eficiencia global de equipos) correspondiente al sistema productivo actual de la empresa embotelladora de Arequipa, se dividirá en 3 partes. Para el hallazgo de cada uno de los factores del indicador se realizaron por medio de la observación en una semana habitual de trabajo.

a) Factor de disponibilidad

- El plan de producción se adecua de acuerdo al pedido de ventas, el tiempo programado de producción para el turno A inicia a las 07:00 am y termina 03:00 pm. (8 horas) y para el turno B 10:00 pm y termina 06:00 am en horarios rotativos cada semana. En este caso contaremos con el turno de producción A para el estudio en una semana laboral habitual, es decir 48 horas.
- Se considera tiempos de parada programadas como charlas en tablero de gerencia, tiempo de preparación, tiempo de refrigerio y tiempos de parada no programada como averías y esperas. Calculando todo este tiempo se aproxima a unas 2 horas por turno, por semana sería un total de 12 horas.

A continuación, se presenta el cálculo del índice de disponibilidad:

$$\text{Tiempo programado de producción} = 6 \text{ días} \times 8 \text{ horas} = 48 \text{ horas}$$

$$\text{Tiempo parada programada y no programada} = 6 \text{ días} \times 2 \text{ horas} = 12 \text{ hora}$$

$$\text{Índice de disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo operativo de producción}}{\text{Tiempo de producción planificado}}$$

$$\text{Índice de disponibilidad} = \frac{48 - 12}{48} = \frac{36}{48}$$

$$\text{Índice de disponibilidad} = 0.75 \approx 75\%$$

Finalmente, el índice de disponibilidad del sistema actual de a la empresa es de 0.75 o 75%.

b) Factor de rendimiento

- Para este factor la cantidad será expresado en cajas y fue tomado por la semana de trabajo, este número varía según la cantidad de materia prima que ingresa a la empresa y pedido por parte del área de ventas.
- El número de unidades teóricamente producidas es de 5800 según la programación y la cantidad de unidades real es de 3910 cajas.

A continuación, se presenta el cálculo del índice de rendimiento:

$$\text{Producción real} = 3910 \text{ cajas}$$

$$\text{Producción ideal} = 5800 \text{ cajas}$$

$$\text{Índice de rendimiento} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción ideal}}$$

$$\text{Índice de rendimiento} = \frac{3910}{5800}$$

$$\text{Índice de rendimiento} = 0.6741 \approx 67\%$$

Finalmente, el índice de rendimiento del sistema actual de a la empresa es de 0.6741 o 67%.

c) Factor de calidad

- Para este factor la cantidad será expresado en cajas y fue tomado por una semana de trabajo, este número varía según la cantidad de productos buenos y el total de productos producidos.
- El número de cantidad de cajas buenas es de 3870 y la cantidad total de productos producidos es 3910.

A continuación, se presenta el cálculo del índice de calidad:

$$\text{Índice de calidad} = \frac{\text{Productos buenos}}{\text{Total de productos producidos}}$$

$$\text{Índice de calidad} = \frac{3870}{3910}$$

$$\text{Índice de calidad} = 0.9897 \approx 99\%$$

Finalmente, el índice de rendimiento del sistema actual de a la empresa es de 0.9897 o 99%.

d) Indicador OEE

En conclusión, el cálculo del indicador OEE (Eficiencia global de los equipos) se realizará empleando los datos anteriormente obtenidos, los cuales se remplazan en la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de disponibilidad} = 0.75 \approx 75\%$$

$$\text{Índice de rendimiento} = 0.6741 \approx 67\%$$

$$\text{Índice de calidad} = 0.9897 \approx 99\%$$

$$OEE = \text{Índice de disponibilidad} \times \text{Índice de rendimiento} \times \text{Índice de calidad}$$

$$OEE = 0.75 \times 0.67 \times 0.99$$

$$OEE = 0.4975 \approx 49\%$$

El indicador OEE del sistema productivo actual de la empresa es 0.4975 o 49%.

Se puede decir que a partir del porcentaje presentado el indicado del OEE se encuentra en el rango de <65% lo que significa que es deficiente, dando pérdidas económicas en la empresa y existiendo baja competitividad. Es por ello que es necesario que la empresa reevalúe las condiciones y optimice sus procesos para una mejor valoración.



CAPÍTULO V

CAPÍTULO V

5. Propuesta de mejora del sistema productivo

5.1. Formulación del problema a resolver

¿Cómo la propuesta de mejora del sistema productivo del formato de 7 litros mediante la simulación de sistemas aumenta el indicador de eficiencia global de los equipos de una empresa embotelladora de Arequipa, 2024?

A través de la simulación de sistemas se realiza una propuesta de mejora para el sistema productivo del formato de 7 litros, aumentando el indicador de eficiencia global de los equipos de una empresa embotelladora de Arequipa, 2024.

5.2. Descripción del sistema a modelar

Para llegar a percibir la propuesta de mejora del sistema productivo de la empresa, se tiene que buscar que es lo que se quiere obtener para solucionar dicha problemática, por ello en el planteamiento de este trabajo de investigación se busca obtener:

- a) Aumentar el indicador de la eficiencia (productividad).
- b) Reducir tiempos improductivos y cuellos de botella.
- c) Asignar los recursos efectivamente.

Luego de identificar las metas para mejorar el sistema productivo, se creará un plan de acción donde se desarrollará cada uno de los puntos u objetivos a realizarse.

5.2.1. Aplicación de la metodología 5'S para mejorar la organización de las actividades

El sistema productivo presenta demoras significativas en la ejecución de las actividades correspondientes a sus diferentes áreas operativas, evidenciando ineficiencias que afecta el flujo continuo del proceso y el cumplimiento de los objetivos de producción. Esto se debe a la falta de orden, realización de movimientos innecesarios, la variabilidad en los métodos de trabajo y mayor capacitación hacia los operadores. Para abordar este problema, se propone implementar la técnica de las 5'S de manera mensual, lo cual permitirá asegurar el

orden, la organización, la formación de los operadores, disminución de tiempos improductivos y la estandarización de los procedimientos laborales.

Para llevar a cabo el siguiente plan de acción se deberá formar un equipo de trabajo el cual estará integrado por:

- **Jefe de producción:** Encargado del área de producción y de llevar a cabo capacitaciones de la implantación de la técnica de las 5'S.
- **Inspectores de producción:** Responsable de que se cumpla la metodología de las 5'S, supervisar y revisar el área de trabajo. Así mismo estandarizará como parte del trabajo las 5'S, mediante uso de herramientas de visualización para todos.
- **Asistentes de producción:** Aportar la metodología y la implantación de las 5'S en el área de trabajo, apoyando con la supervisión del cumplimiento en todo momento.
- **Personal del área (3 operarios):** El personal del área son quienes conocen más el entorno de trabajo en donde suceden las cosas y las actividades de trabajo, por ello serán quienes implanten la técnica y desarrollando tareas asignadas por el grupo de trabajo.

Para cumplir con el objetivo de dicho plan, la metodología de trabajo se desarrollará en base a fases de las 5'S, detalladas a continuación:

a) Seleccionar (Seiri): Consiste en separar y eliminar lo innecesario de lo necesario seleccionando elementos útiles que servirán para mejorar el espacio de trabajo. Este paso busca reducir el desorden y facilitar el acceso a elementos necesarios para el trabajo. Se desarrollará de la siguiente manera:

- I. Delimitar el área de trabajo dentro del espacio definido.
- II. Establecer una meta específica (volumen o cantidad a eliminar) y determinar el periodo de tiempo para cumplirla.

- III. Evaluar la funcionalidad de cada elemento de acuerdo con las tareas a realizar.
- IV. Si el elemento es de utilidad, deberá ser ubicado en el área designada de almacenamiento; si está en mal estado, descartarlo como última opción. En caso de duda, etiquetarlo indicando el nombre y la fecha de la última persona que lo usó.
- V. Supervisar y verificar el progreso de esta etapa, tomando decisiones sobre el desecho de los elementos innecesarios y preparar un informe detallado con los datos obtenidos durante el desarrollo de la fase correspondiente.

Al completar el primer objetivo, se permite pasar a la siguiente etapa.

b) Ordenar (Seiton): En esta etapa se define que se debe tener un lugar para cada cosa, con su etiqueta y en su lugar para ser más fácil de identificar. Al asignar un sitio específico a cada herramienta o material, se optimiza el tiempo al evitar búsquedas innecesarias, promoviendo una disposición eficiente. Se desarrollará de la siguiente manera:

- I. Elegir un lugar adecuado para almacenar cada elemento, agrupándolos según su tipo y frecuencia de uso.
- II. Planificar la preparación, le uso y el retorno de cada elemento a su área de almacenamiento.
- III. Mantener en orden los lugares de almacenamiento.
- IV. Hacer visible la información de la ubicación de los elementos (Por medio de rótulos)
- V. Supervisar y verificar el progreso de esta etapa, elaborar un informe que incluya los datos recopilados y los detalles de las áreas de almacenamiento.

Al completar el segundo objetivo, se permite pasar a la siguiente etapa.

c) Limpiar (Seiso): En esta etapa inspeccionar y detectar posibles problemas en el equipo o área de trabajo para identificar y eliminar fuentes de desperdicio y suciedad promueve un entorno seguro, higiénico y libre de obstáculos, que reduce el riesgo de accidentes y mejora la calidad de los productos. Se desarrollará de la siguiente manera:

- I. Seleccionar los elementos que deben limpiar y establecer un orden para hacerlo.
- II. Establecer criterios para evaluar el estado de limpieza de herramientas o maquinas.
- III. Revisar los métodos e instrumentos necesarios para la limpieza, así mismo realizar una limpieza e inspección detallada.
- IV. Identificar los puntos críticos de suciedad y crear un plan de acción para verificar el estado de los elementos y evitar su desgaste.
- V. Supervisar y verificar el progreso de esta etapa, identificando las principales fuentes de suciedad y elaborar un informe que incluya los datos recopilados.

Al completar el tercer objetivo, se permite pasar a la siguiente etapa.

d) Estandarizar (Seiketsu): En esta etapa tiene como objetivo crear reglas y procedimientos que mantengan el orden y la limpieza a largo plazo en cada espacio de trabajo asegurando la consistencia en los procesos para mantener el nivel alcanzado. Se desarrollará de la siguiente manera:

- I. Crear un manual de estandarización sencillo y visible, utilizar letreros y rótulos para mantener el orden.
- II. Mantener el ritmo de trabajo en cada operario según lo instruido.

- III. Fomentar constantemente la organización, el orden y la limpieza en cada área.
- IV. Realizar verificaciones con check list para su seguimiento.
- V. Supervisar y verificar el progreso de esta etapa, estandarizando los espacios de trabajo y elaborar un informe que incluya los datos recopilados.

Al completar el cuarto objetivo, se permite pasar a la siguiente etapa.

e) Disciplina (Shitsuke): Esta etapa se centra en cultivar las 5S en un hábito, al promover la responsabilidad individual para mantener los estándares establecidos siendo una práctica continua. Se desarrollará de la siguiente manera:

- I. Comunicar la importancia de cumplir con las normativas y estándares en cada área, usando letreros o murales informativos.
- II. Involucrar a todo el personal en la importancia de respetar las normativas.
- III. Implementar un control para verificar el desempeño y asegurar el cumplimiento de las normativas por parte del personal.
- IV. Sugerir mejoras en las normativas y estándares de cada área.
- V. Supervisar y verificar el progreso de esta etapa los cuales van a ayudar para crear un manual de estandarización de procesos y además elaborar un informe que incluya los datos recopilados para desarrollar un plan de acción para solucionar el problema.

Al completar el quinto objetivo, se da por finalizado el desarrollo de la técnica de las 5'S. Al final de lo expuesto cada inspector de producción debe revisar los informes y reportes para su evaluación para la toma de decisiones y así poder dar las soluciones óptimas en el área de trabajo.

La implementación de las 5S ayuda a mejorar la eficiencia al reducir el desperdicio de tiempo y recursos, aumenta la moral del equipo y crea un lugar de trabajo seguro y productivo. El desarrollo de la metodología de las 5'S sé que detalla las actividades específicas de cada área dentro del sistema productivo de la empresa, se muestra en la tabla de implementación de la metodología. Esta tabla desglosa cada fase, junto con las observaciones y la duración correspondiente a cada una. (Anexo I)

5.2.2. Creación de un manual para la estandarización de operaciones

Se plantea elaborar un manual que estandarice las operaciones como principal objetivo es proporcionar a la empresa una herramienta técnica y administrativa que reúna de manera organizada y precisa los procedimientos en cada actividad de las distintas áreas. Para llevar a cabo este manual se requerirá previamente la implementación de la metodología de las 5'S, ya que se va a usar los datos obtenidos de esta metodología sobre actividades en cada área de la línea de producción. La ejecución de este plan de acción requerirá del equipo previamente formado, asignando nuevas responsabilidades. Para alcanzar el objetivo establecido en el manual de estandarización de operaciones se definieron los siguientes pasos a realizar:

- I. Identificar y delimitar el área que será analizada junto con las operaciones realizadas.
- II. Recopilar información relevante como datos, informes 5'S, tiempos de operación, etc.
- III. Evaluar las operaciones, así como el uso de herramientas y máquinas en el área con el objetivo de encontrar formas de mejorar o rediseñar los métodos de trabajo.
- IV. Elaborar y estructurar el manual de estandarización de operaciones. Así como capacitar al personal operativo y proporcionales materiales informativos.
- V. Monitorear y verificar que el personal operativo cumpla con lo estipulado en el manual.

- VI. Utilizar carteles visuales y murales informativos en el área de trabajo para destacar los métodos establecidos, facilitando su consulta por parte de los operarios durante sus labores.

El contenido del manual se presentará detallando las actividades de cada área de manera específica identificando a sus responsables, tiempos, entre otros aspectos. (Anexo IV)

5.2.3. *Compra de equipo de herramientas y/o maquinarias que se ajusten y mejoren los tiempos improductivos, u cuellos de botella en las operaciones*

La adquisición de nuevos equipos y maquinarias tiene como propósito principal reducir los costos asociados a la producción, generando así un incremento en los beneficios de la empresa. La ejecución de este plan de acción demandará la participación activa y coordinada de todo el equipo de trabajo previamente asignado para la tarea en la toma de decisiones, la aprobación de la mejor opción y el personal que estará encargado de operar dicha máquina y equipo de herramientas. Es necesario que la empresa tome la correcta decisión para la compra de cualquier activo que involucre en la empresa, por lo cual se desarrollará de la siguiente manera:

- I. Evaluar la situación actual, identificando tiempos de inactividad, retrasos o cuellos de botella en cada área y determinar si es necesaria un equipo de herramientas y máquina nueva.
- II. Elaborar una lista de especificaciones o requisitos que la empresa espera para optimizar las actividades en un área específica.
- III. Localizar un proveedor que ofrezca el equipo de herramientas y máquina que cumpla con las especificaciones requeridas. Así mismo examinar el potencial a futuro del equipo de herramientas y máquina, asegurando que no solo cumpla con las necesidades actuales, sino que también apoye en el crecimiento de la población a largo plazo.

- IV. Definir el lugar de instalación y las condiciones de operación necesarias para el nuevo equipo de herramientas y máquina (Anexo V)
- V. Gestionar la adquisición de la máquina y el equipo de herramientas, considerando los tiempos de envío.
- VI. Estimar los costos de mantenimiento de la máquina y/o el recambio del equipo de herramientas.
- VII. Capacitar a los operarios del área en el uso de las nuevas herramientas y/o máquina.
- VIII. Supervisar el uso del equipo de herramientas por parte de los operarios y el trato hacia la máquina aclarando dudas y registrando observaciones o posibles mejoras que surjan en el proceso para poder llevar un mejor control.

A continuación, se presenta el equipo de herramientas y maquinas nuevas para su adquisición:

a) Máquina sopladora industrial

A partir de los resultados obtenidos con el software Arena Simulation, se observa que el área de soplado actualmente cuenta con 2 operadores para operar la máquina en turnos por hora ya que el equipo es semiautomático. Uno de los principales problemas del área es el equipo no cumple con la velocidad adecuada contra los demás equipos, aun así, contando con dos operadores evidenciando la existencia de un cuello de botella.

Para abordar esta situación, se sugiere la compra de la máquina de moldeo por soplado APF-Max 3U. Con una capacidad de producción de 5300 botellas por hora para volumen de 0.2-8.0 L y un funcionamiento automático. Esta máquina promete aumentar la capacidad de producción, incrementar las unidades producidas y mejorar la calidad del proceso (Anexo VI)

Figura 15
Máquina de moldeo por soplado APF-Max 3U


Nota. De “APF-Max 3U”, por PET Technologies, s.f. (<https://pet-eu.com/es/productos/maquinas-sopladoras-de-envases-pet/apf-max-3u/>)

A continuación, se muestra una comparación entre la capacidad de producción actual del equipo en el área de soplado y la capacidad proyectada con la máquina sopladora APF-Max 3U propuesta:

Tabla 18
Comparación de capacidades: sopladora actual y sopladora propuesta

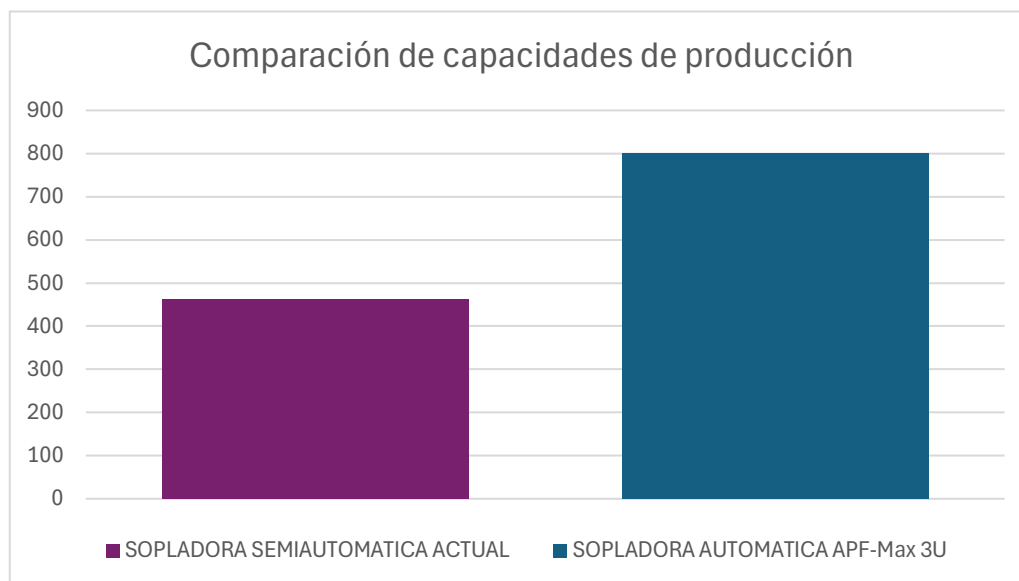
SOPLADORA		
SOPLADORA SEMIAUTOMATICO ACTUAL	SOPLADORA AUTOMATICA APF-Max 3U	
CAPACIDAD (BPH)	CAPACIDAD (BPH)	
2 operadores (turno rotativo por hora)	461.54	800

Nota. Elaboración propia.

A continuación, se presenta la comparación de las capacidades del soplado semiautomático actual con la maquina automática APF-Max 3U.

Figura 16

Comparación de capacidades de producción: Soplado semiautomático y soplado propuesto



Nota. Elaboración propia.

$$\frac{\text{Capacidad soplado propuesto} - \text{Capacidad soplado actual}}{\text{Capacidad soplado actual}} \times 100$$

$$\frac{800 - 461.54}{461.54} = 73.33\%$$

Como se aprecia en el análisis previo, la máquina propuesta tiene una capacidad de 73.33% veces superior a la de máquina actual, lo cual se representa en la gráfica comparativa. Por ello se propone la compra de esta máquina, que ofrece una operación continua uniforme.

La implementación de esta máquina permite buscar estandarizar y reducir los tiempos en el proceso, incrementar la cantidad de embotellamiento y al mismo tiempo, mejorar el área de trabajo.

b) Máquina colocadora de asas

A partir de los resultados obtenidos con el software Arena Simulation, se observa que el área donde se encuentra el proceso de colocación de asas se realiza de manera manual y esta puede ser automatizada mejorando la producción. El uso de una maquinaria colocadora de asas en la empresa va a permitir agilizar el proceso de producción de manera rápida y

eficiente al reducir el tiempo que antes de invertía en este proceso manual. Una de las principales dificultades que se presenta actualmente es la falta de automatización completa lo que ocasionan retrasos al tener que coordinar la colocación manual.

Para abordar esta situación, se sugiere la compra de la máquina de sistema automática de colocación lineal de asa simple en cuello de botella con un cabezal de inserción MOD. CLAS-1C-I. Con una capacidad de producción de 450 botellas por hora para la botella de 7 litros. Esta máquina promete aumentar la capacidad de producción al mejorar la calidad del proceso. (Anexo VII)

Figura 17

Máquina automática de colocación lineal de asa simple en cuello de botella con un cabezal de inserción MOD. CLAS-1C-I



Nota. Elaboración propia.

A continuación, se muestra una comparación entre la capacidad de producción actual del equipo en el área del proceso de colocación de asas manual y la capacidad proyectada con la máquina automática de colocación lineal de asa simple MOD. CLAS-1C-I propuesta:

Tabla 19

Comparación de capacidades: colocación actual y colocación automática

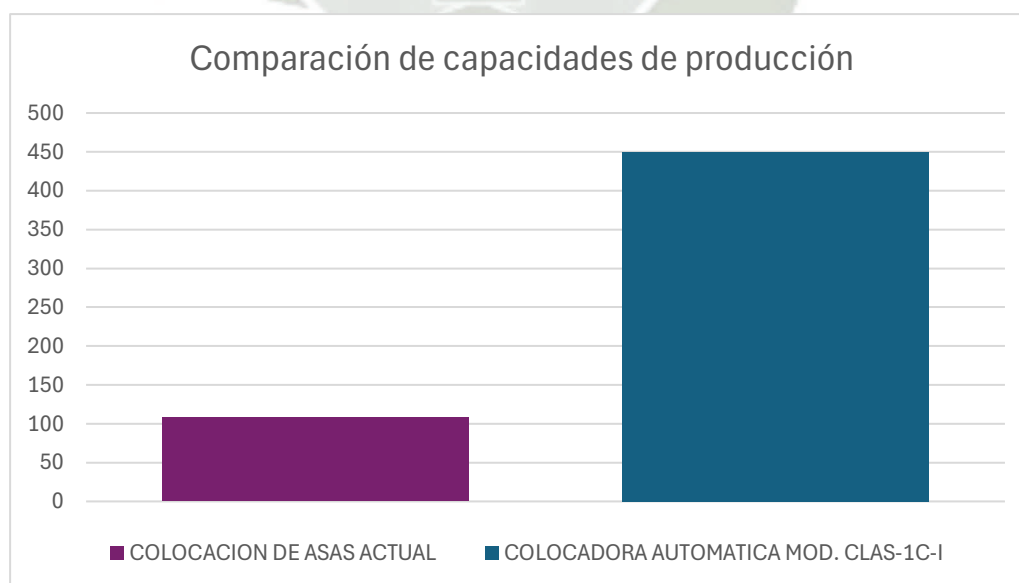
SOPLADORA	
COLOCACIÓN DE ASAS ACTUAL	COLOCADORA AUTOMÁTICA MOD. CLAS-1C-I
CAPACIDAD (BPH)	CAPACIDAD (BPH)
2 operadores 108	450

Nota. Elaboración propia.

A continuación, se presenta la comparación de las capacidades del soplado semiautomático automática de colocación lineal de asa simple MOD. CLAS-1C-I. Elaboración propia.

Figura 18

Comparación de capacidades de producción: Colocación de asas actual y colocación de asas propuesta



Nota. Elaboración propia.

$$\frac{\text{Capacidad de colocación de asas propuesto} - \text{Capacidad colocación de asas actual}}{\text{Capacidad colocación de asas actual}} \times 100$$

$$\frac{450 - 108}{108} \times 100 = 316.66\%$$

Como se aprecia en el análisis previo, la máquina propuesta tiene una capacidad de 316.66% veces superior a la forma manual que realizan actualmente, lo cual se representa en la gráfica comparativa. Por ello se propone la compra de esta máquina, que ofrece una operación continua uniforme.

La implementación de esta máquina permite buscar estandarizar y reducir los tiempos en el proceso, incrementar la cantidad de colocación de asas y al mismo tiempo, mejorar el área de trabajo.

5.2.4. Reorganización de personal

En el marco de la reorganización del personal se ha decidido que los operarios que ya no son requeridos en la línea de producción actual serán reasignados, en respuesta al incremento sostenido de la demanda, la empresa ha decidido implementar una nueva línea de producción denominada línea combi, diseñada para atender los requerimientos adicionales del mercado. Este cambio estratégico implica una reorganización del personal existente debido a las mejoras en automatización de las máquinas y por ende eficiencia en los procesos.

Además, esta reorganización permitirá cubrir de manera efectiva las necesidades de mano de obra en otras áreas hasta el momento de la culminación de la línea nueva denominada combi, asegurando una distribución adecuada de los recursos humanos en funciones de las prioridades productivas de la empresa. Este enfoque no solo optimiza la utilización del personal también responde a los desafíos del crecimiento promoviendo la flexibilidad y adaptabilidad organizacional.

5.3. Planeamiento de la propuesta

Primeramente, para el desarrollo de la propuesta se realizó un planeamiento de las actividades y las duraciones las cuales están divididas cada una con un plan de acción.

5.3.1. Aplicación de la metodología 5'S para mejorar la organización de las actividades

Para la propuesta de implementación de la técnica de las 5'S se encuentra planificada, tal como se muestra en la tabla a continuación:

Tabla 20

Planificación de la aplicación de la metodología 5'S

NÚMERO	ACTIVIDAD	DURACIÓN	PREDECESORA
-	Aplicación de la técnica de 5'S (días)	0.49	-
-	Área de soplado (días)	0.10	-
1	Eliminar (Seiri)	25 mins	-
2	Orden (Seiton)	25 mins	1
3	Limpieza (Seiso)	25 mins	2
4	Estandarización (Seiketsu)	45 mins	3
5	Disciplina (Shitsuke)	20 mins	4
-	Área de etiquetado (días)	0.10	-
6	Eliminar (Seiri)	25 mins	5
7	Orden (Seiton)	25 mins	6
8	Limpieza (Seiso)	25 mins	7
9	Estandarización (Seiketsu)	45 mins	8
10	Disciplina (Shitsuke)	20 mins	9
-	Área de llenadora (días)	0.10	-
11	Eliminar (Seiri)	25 mins	10
12	Orden (Seiton)	25 mins	11
13	Limpieza (Seiso)	25 mins	12
14	Estandarización (Seiketsu)	45 mins	13
15	Disciplina (Shitsuke)	20 mins	14
-	Área de empacadora (días)	0.10	-
16	Eliminar (Seiri)	25 mins	15
17	Orden (Seiton)	25 mins	16

NÚMERO	ACTIVIDAD	DURACIÓN	PREDECESORA
18	Limpieza (Seiso)	25 mins	17
19	Estandarización (Seiketsu)	45 mins	18
20	Disciplina (Shitsuke)	20 mins	19
-	Recepción paletizadora (días)	0.10	-
21	Eliminar (Seiri)	25 mins	20
22	Orden (Seiton)	25 mins	21
23	Limpieza (Seiso)	25 mins	22
24	Estandarización (Seiketsu)	45 mins	23
25	Disciplina (Shitsuke)	20 mins	24

Nota. Elaboración propia.

En esta tabla se puede concluir que el desarrollo de las actividades en conjunto representa una duración de 0.49 días, realizándose por periodos mensuales.

5.3.2. Creación de un manual de estandarización de operaciones

Para realizar el plan de acción en la creación de un manual de estandarización de las operaciones se encuentra planificado en la siguiente tabla:

Tabla 21

Planificación de la creación de manual de estandarización de operaciones

Número	Actividad	Duración (días)	Predecesora
-	Creación de manual de estandarización de operaciones	30	-
1	Definir el área y los procesos a evaluar	2	-
2	Recopilar información relevante	5	1
3	Examinar las operaciones	3	2
4	Diseñar y elaborar el manual	15	3
5	Capacitar y distribuir el material	2	4
6	Supervisar el cumplimiento de las directrices	2	5
7	Representar el manual en formato visual	1	6

Nota. Elaboración propia.

En esta tabla se puede concluir que el desarrollo de las actividades en conjunto representa una duración de 30 días.

5.3.3. *Compra de equipos y/o maquinarias que se ajusten y mejoren los tiempos improductivos, u cuellos de botella en las operaciones*

Para cumplir con este plan de acción se propuso la adquisición de equipos y/o máquinas nuevas para mejorar el proceso, planificado en la siguiente tabla:

Tabla 22

Planificación de adquisición de equipos y/o máquinas nuevas

Número	Actividad	Duración (días)	Predecesora
-	Adquisición de equipos y/o máquinas	71.00	-
-	Máquina de moldeo por soplado APF-Max 3U	71.00	-
1	Identificar el problema a resolver	1	-
2	Elaborar una lista de requisitos	3	1
3	Buscar proveedores	5	2
4	Analizar proyecciones futuras	3	2
5	Investigar referencias	3	2
6	Definir la ubicación	1	2
7	Gestionar la compra y el envío	40	3,4,5,6
8	Calcular el costo de mantenimiento	4	7
9	Realizar la instalación	2	8
10	Realizar pruebas de funcionamiento	1	9
11	Capacitar al personal operativo de la línea	2	10
12	Supervisar el uso del sistema	5	10
13	Representación visual	1	11,12
-	Colocadora automática Mod. Clas-1C-I	71.00	-
14	Identificar el problema a resolver	1	-
15	Elaborar una lista de requisitos	3	14
16	Buscar proveedores	5	15
17	Analizar proyecciones futuras	3	15
18	Investigar referencias	3	15
19	Definir la ubicación	1	15
20	Gestionar la compra y el envío	40	16,17,18,19

Número	Actividad	Duración (días)	Predecesora
21	Calcular el costo de mantenimiento	4	20
22	Realizar la instalación	2	21
23	Realizar pruebas de funcionamiento	1	22
24	Capactiar al personal operativo de la línea	2	23
25	Supervisar el uso del sistema	5	23
26	Representación visual	1	24,25

Nota. Elaboración propia.

En esta tabla se puede concluir que el desarrollo de las actividades en conjunto representa una duración de 71 días.

Al detallar el planeamiento de cada actividad a realizar, se presenta una tabla resumen de la planificación propuesta:

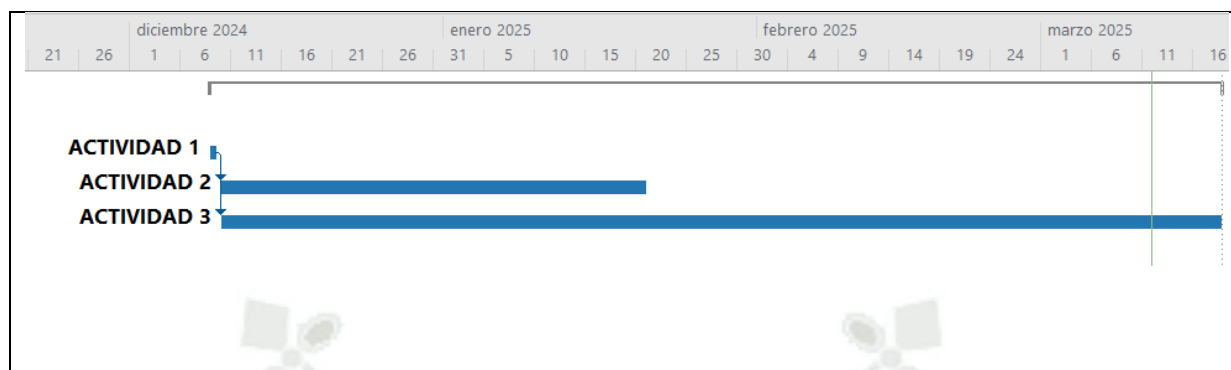
Tabla 23

Planificación de la implementación de la propuesta del sistema productivo

Número	Actividad	Duración (días)
-	Implementación de la propuesta	100.49
1	Aplicación de la técnica de 5'S	0.49
2	Creación de manual de estandarización de operaciones	30.00
3	Adquisición de equipos y/o máquinas	71.00

Nota. Elaboración propia.

A continuación, se presenta la programación de la implementación de la propuesta del sistema productivo de la empresa en un diagrama de Gantt, presentado con las actividades y su duración.

Figura 19
Planificación de implementación de la propuesta del sistema productivo


Nota. Elaboración propia.

A continuación, como se muestra la duración de la implementación de la propuesta del sistema productivo tendrá una duración del 100.49 días.

5.4. Simulación del sistema propuesto

Según el modelo del sistema productivo actual de la empresa embotelladora, desarrollado mediante el software Arena Simulation, se realizó los debidos cambios respecto a las propuestas dadas, dando como resultado la reestructuración de los siguientes puntos:

5.4.1. Variables

En base al modelo actual considerando las mejoras propuestas se debe considerar:

- Debido a la estandarización de operaciones en el área de soplado y colocación de asas, los datos en cuanto a los tiempos cambiaron por lo que se halló su nueva distribución.
- En cuanto al valor de las variables de X1: Tiempo de calentamiento de preforma, X2: Tiempo de soplado PET serán remplazadas por X19: Soplado máquina, esto debido a la instalación de una nueva máquina sopladora automática, así mismo aclarar que los dos operadores que operaban este proceso serán remplazados por la máquina lo cual solo requerirá de uno para supervisión.

- En cuanto al valor de las variables de X12: Tiempo de colocación de asas, serán remplazados por X20: Colocación de asas máquina, debido a la instalación del equipo de nuevo de colocación de asas. Así también los recursos U6: Utilización de operador 2 para colocación de asas y U7: Utilización de operador 3 para colocación de asas serán remplazadas por U12: Máquina colocadora de asas.

5.4.2. Distribuciones

El cálculo de las distribuciones en el modelo de simulación propuesto se realizó siguiendo el mismo método que el actual, pero incorporando las modificaciones planteadas en las propuestas. (Anexo VIII)

Tabla 24

Comparación distribución probabilística del sistema actual y propuesto

	Variable	Distribución actual	Distribución propuesta	Unidad
X1	Calentamiento de preforma	$4.13 + 0.45 * \text{BETA}(0.577, 0.528)$	-	MIN
X2	Soplado PET	$\text{NORM}(0.154, 0.0132)$	-	MIN
X3	Transporte hacia máquina etiquetadora	$\text{TRIA}(2.19, 2.22, 2.23)$	$2.02 + \text{LOGN}(0.0719, 0.0413)$	MIN
X4	Etiquetado	$0.42 + \text{GAMM}(0.00377, 7.96)$	$0.4 + \text{LOGN}(0.03, 0.0155)$	MIN
X5	Transporte hacia máquina llenadora	$2.05 + \text{LOGN}(0.0262, 0.0101)$	$2.02 + 0.04 * \text{BETA}(5, 7.37)$	MIN
X6	Enjuague	$\text{TRIA}(0.13, 0.151, 0.16)$	$0.11 + 0.04 * \text{BETA}(9.09, 7.51)$	MIN
X7	Llenado	$\text{NORM}(0.149, 0.00539)$	$0.13 + \text{LOGN}(0.011, 0.0023)$	MIN
X8	Capsulado	$\text{TRIA}(0.14, 0.149, 0.17)$	$0.12 + 0.04 * \text{BETA}(7.51, 9.09)$	MIN
X9	Transporte hacia codificador	$1.47 + 0.04 * \text{BETA}(7.51, 9.09)$	$1.2 + 0.33 * \text{BETA}(2.15, 0.765)$	MIN
X10	Codificado	0.01	0.01	MIN
X11	Transporte hacia colocación de asas	$\text{TRIA}(0.10, 0.12, 0.14)$	$0.09 + 0.04 * \text{BETA}(4.34, 3.94)$	MIN
X12	Colocación de asas	$\text{LOGN}(0.0242, 0.0123)$	-	MIN
X13	Transporte hacia empa-	$0.07 + 0.21 *$	$0.03 + \text{WEIB}(0.0199, 14.4)$	MIN

	cado	BETA(1, 1.14)		
X14	Empacado	NORM(0.446, 0.00917)	$0.4 + 0.04 * \text{BETA}(7.51, 9.09)$	MIN
X15	Transporte hacia paletizado	NORM(0.192, 0.0326)	$0.14 + 0.09 * \text{BETA}(1.84, 2.18)$	MIN
X16	Paletizado (Pallet)	$5.39 + 0.81 * \text{BETA}(0.337, 0.595)$	$5.39 + 0.81 * \text{BETA}(0.337, 0.595)$	MIN
X17	Enfardado	$0.16 + 0.19 * \text{BETA}(2.26, 2.15)$	$0.16 + 0.19 * \text{BETA}(2.26, 2.15)$	MIN
X18	Transporte almacén producto terminado	TRIA(0.33, 0.386, 0.41)	TRIA(0.33, 0.386, 0.41)	MIN
X19	Soplado máquina	-	TRIA(2.81, 2.84, 2.86)	MIN
X20	Colocación de asas máquina	-	$0.12 + \text{GAMM}(0.000568, 22.8)$	MIN

Nota. Elaboración propia.

5.4.3. Recursos

Los recursos del modelo propuesto de la empresa para el proceso productivo mejorado en el modelo de simulación son los siguientes:

Tabla 25

Comparación de recursos del sistema actual y propuesto

Recurso	Cantidad Actual	Cantidad Propuesto
Operador sopladora	2	1
Operador etiquetadora	1	-
Operador llenadora	1	1
Operador flomix	1	1
Operador de montacarga	1	1
Auxiliares rotativos	6	2
Sopladora	1	1
Etiquetadora	1	1
Llenadora	1	1
Empacadora	1	1
Codificador	1	1
Colocador de asas	-	1
Ozonizador	1	1

Recurso	Cantidad Actual	Cantidad Propuesto
Montacarga	1	1
Total	19	14

Nota. Elaboración propia.

5.4.4. Parámetros

Para el cálculo realizado en el sistema productivo propuesto de la empresa se consideró como se puede observar:

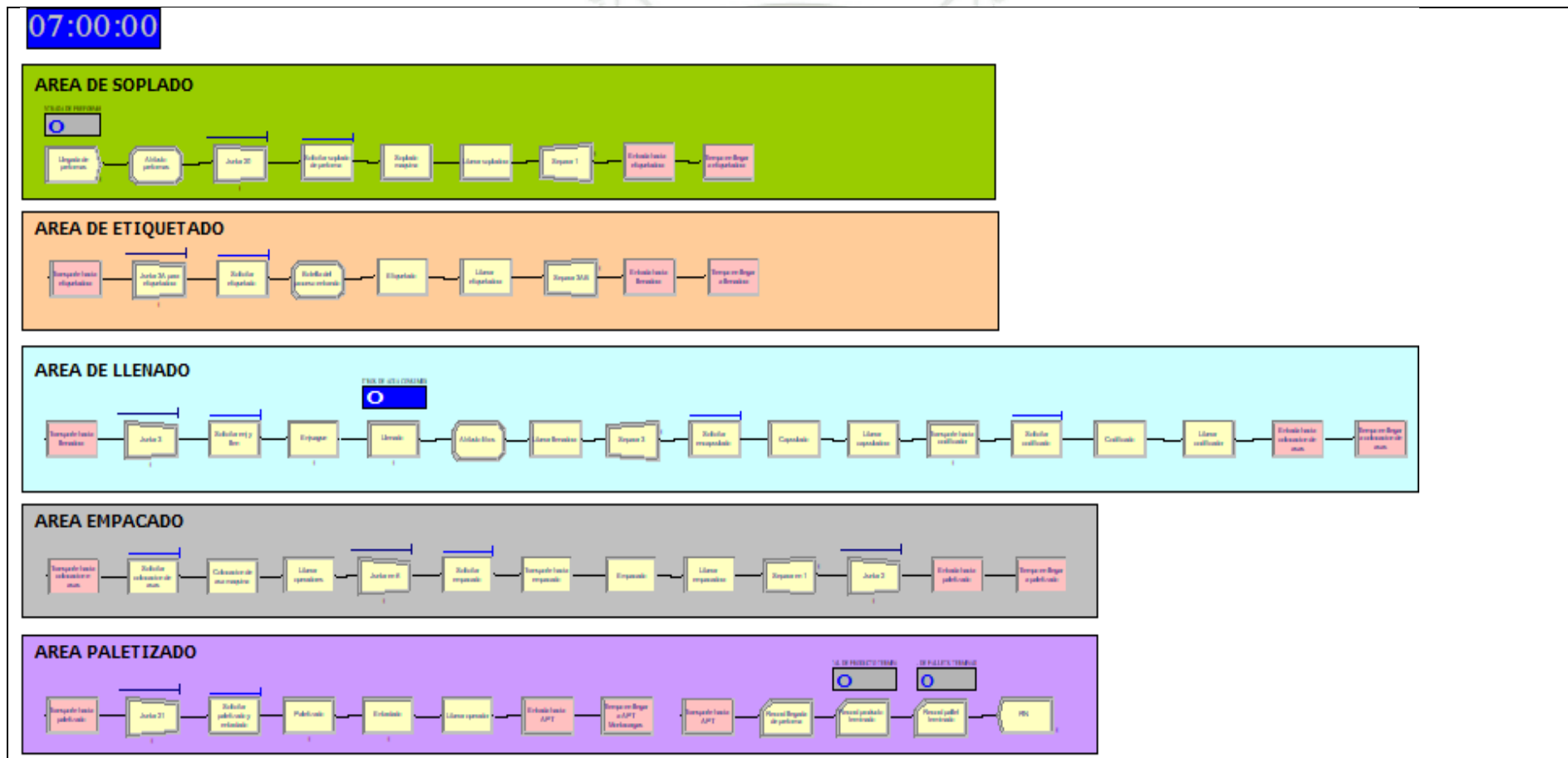
- Unidad de tiempo: Minutos.
- Tiempo de simulación: 7 horas.
- Número de réplicas: 120.

5.4.5. Modelo de simulación propuesto

5.4.5.1. Simulación del sistema productivo.

Figura 20

Simulación del sistema productivo propuesto



5.4.6. Validación de resultados

Es fundamental validar el modelo propuesto para la empresa con el propósito de comprobar que las mejoras previamente implementadas se ajusten de manera adecuada a su funcionamiento en comparación con el desempeño del sistema actual. Para llevar a cabo esta validación se debe verificar el correcto desarrollo del modelo actual, asegurando que sus procesos y resultados sean precisos, para así proceder a una comparación con el sistema propuesto, lo que permite evaluar la lógica del comportamiento del modelo propuesto y demostrar su interacción con las mejoras previamente establecidas.

Tabla 26

Validación del modelo de simulación propuesto

Producción	Actual		Propuesto	
Producción total (pallets en APT)	37	<0.13	45	<0.21

Nota. Elaboración propia.

5.4.7. Evaluación de resultados

Luego de la validación del modelo de simulación desarrollado en el software Arena Simulation, se procede a la revisión de los reportes generados, los cuales incluyen las variables correspondientes a los cambios implementados en el sistema productivo actual.

Tabla 27
Resultados del modelo propuesto

Variable	Definición	Actual		Propuesto	
		Valor obtenido	Halfwidth (±)	Valor obtenido	Halfwidth (±)
Wq1	Tiempo promedio de espera en calentamiento de preforma.	19.5808	< 0.20	-	-
Wq2	Tiempo promedio de espera en soplado PET.	3.8209	< 0.09	-	-
Wq3	Tiempo promedio de espera ingreso de botellas extras	7.1753	< 0.17	-	-
Wq4	Tiempo promedio de espera en etiquetado.	5.1789	< 0.23	14.1175	< 0.20
Wq5	Tiempo promedio de espera en enjuague.	0.9339	< 0.03	8.1539	< 0.42
Wq6	Tiempo promedio de espera en llenado.	0.9339	< 0.03	8.1539	< 0.42
Wq7	Tiempo promedio de espera en capsulado.	4.7376	< 0.20	30.1573	< 0.26
Wq8	Tiempo promedio de espera en codificado.	0.5679	< 0.00	0.5488	< 0.01
Wq9	Tiempo promedio de espera en colocación de asas.	0.0765	< 0.00		
Wq10	Tiempo promedio de espera en empacado.	19.8126	< 0.17	0.8954	< 0.02
Wq11	Tiempo promedio de espera en paletizado.	0.2586	< 0.13	2.2460	< 0.20
Wq12	Tiempo promedio de espera en enfardado.	0.05945	< 0.11	2.2460	< 0.20
Wq13	Tiempo promedio en espera en soplado máquina automática			0.0044	< 0.00
Wq14	Tiempo promedio en espera en colocación de asas máquina			0.1208	< 0.00
U1	Utilización de horno.	65.51%	0%	-	-
U2	Utilización de sopladora Semi-automática	58.59%	0%	-	-
U3	Utilización sopladora Semi-automática (U1 y U2)	62.10%	0%	-	-
U4	Utilización de operador 1 para colocación de botellas.	50.13%	0%	-	-
U5	Utilización de etiquetadora.	50.15%	0%	46.38%	0%
U6	Utilización de llenadora.	43.56%	0%	56.92%	0%
U7	Utilización de capsuladora.	67.33%	0%	83.47%	0%
U8	Utilización de codificador.	43.75%	0%	60.10%	0%
U9	Utilización de operador 2 para colocación de asas.	10.59%	0%	-	-
U10	Utilización de operador 3 para colocación de asas.	10.59%	0%	-	-
U11	Utilización de empacadora.	83.46%	0%	83.31%	0%
U12	Utilización de operador 1 empacadora.	83.46%	0%	83.31%	0%
U13	Utilización de operador 2 paletizado.	56.62%	0%	82.82%	0%
U14	Utilización de sopladora má-	-	-	72.21%	0%

Variable	Definición	Actual		Propuesto	
		Valor obtenido	Halfwidth (±)	Valor obtenido	Halfwidth (±)
U15	Utilización de colocación de asas máquina			79.84%	0%
Y1	Número total de pallets producidos.	37	< 0.13	45	< 0.21
Y2	Número total de productos terminado.	1535	< 5.29	1887.9	< 8.68

Nota. Elaboración propia.

Con respecto a las derivadas del análisis del modelo de simulación del sistema planteado, se llega a la conclusión de que las propuestas permitieron minimizar los tiempos improductivos reduciendo demoras y periodos de espera optimizando la asignación de recursos y disminuyendo los cuellos de botella dentro del proceso productivo. Así mismo contribuyeron al incremento en el índice de producción lo cual se evidencia a continuación:

Tabla 28

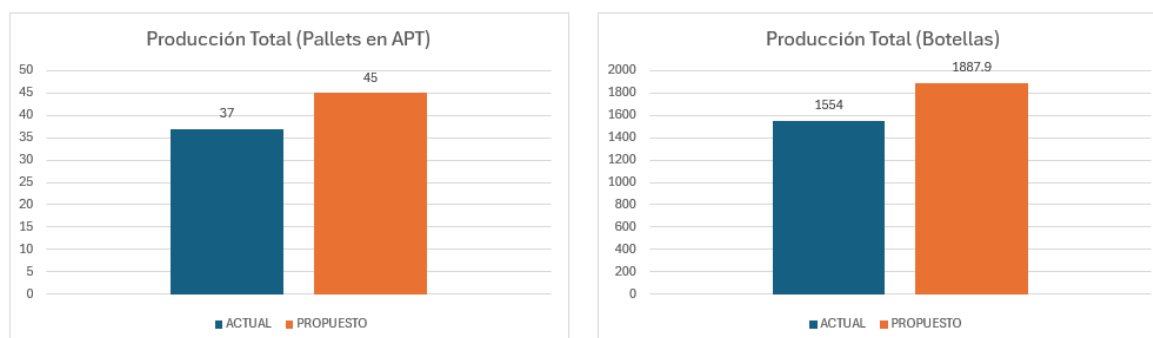
Resultados de la producción del sistema propuesto

Producción	Actual	Actual (%)	Propuesto	Propuesto (%)
Producción total (pallets)	37	100%	45	100%
Producción total (botella)	1554	100%	1887.9	100%

Nota. Elaboración propia.

Figura 21

Gráficas de análisis de resultados de producción total



Nota. Elaboración propia.

La nueva adquisición que se planteó implementar en el área de soplado, la máquina de moldeo por soplado APF-Max 3U que reemplazó a la sopladora semiautomática, logró aumentar el rendimiento de la utilización de los recursos en las siguientes actividades.

Como se evidencia en los resultados presentados a continuación, la utilización de este nuevo recurso la sopladora automática incremento la productividad a comparación de la antigua sopladora semiautomática.

Tabla 29

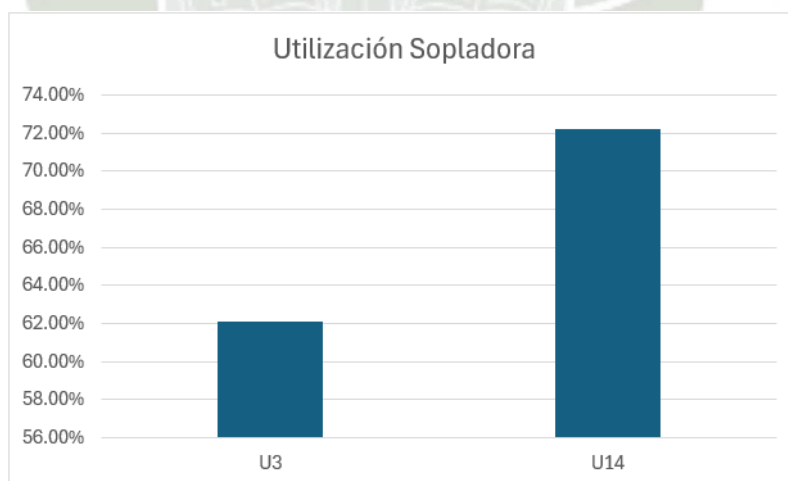
Análisis de resultados en el área de soplado

Variable	Definición	Utilización	Halfwidth ($\pm$)
U3	Utilización sopladora semiautomática (U1 y U2)	62.10%	0%
U14	Utilización de sopladora automática	72.21%	0%

Nota. Elaboración propia.

Figura 22

Gráfica de resultados del área de soplado



Nota. Elaboración propia.

La nueva adquisición que se planteó implementar en colocación de asas, la máquina automática de colocación lineal de asa simple en cuello de botella con un cabezal de inserción

MOD. CLAS-1C-I que remplazó a la mano de obra, logró aumentar el rendimiento de la utilización de los recursos en las siguientes actividades.

Como se evidencia en los resultados presentados a continuación, la utilización de este nuevo recurso la colocadora de asas automática incremento la productividad a comparación a la mano de obra.

Tabla 30

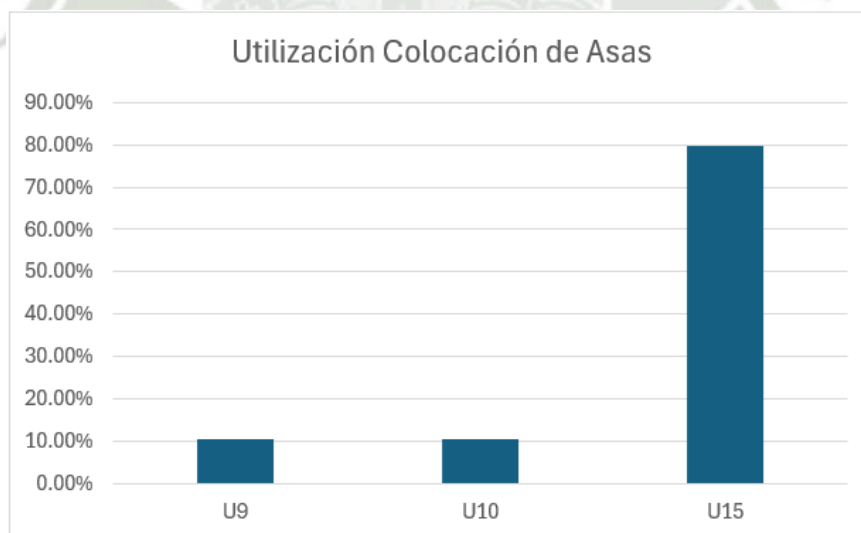
Análisis de resultados en el área de soplado

Variable	Definición	Utilización	Halfwidth ($\pm$)
U9	Utilización de colocación de asas operador 2	10.59%	0%
U10	Utilización de colocación de asas operador 3	10.59%	0%
U15	Utilización de colocación de asas máquina	79.84%	0%

Nota. Elaboración propia.

Figura 23

Gráfica de resultados de colocación de asas



Nota. Elaboración propia.

5.4.8. Análisis del indicador OEE (Propuesto)

El análisis del indicador OEE (Eficiencia global de equipos) del sistema productivo actual de la empresa embotelladora de Arequipa, se dividirá en 3 partes. Para el hallazgo de

cada uno de los factores del indicador se realizaron por medio de la observación en una semana habitual de trabajo.

A) Factor de disponibilidad

- El tiempo programado de producción se tuvo cambios reduciéndose 1 hora por día, por lo cual, de las 48 horas semanales empleadas de producción por la empresa, se cambió el tiempo programado para la realización de esta propuesta a 42 horas semanales. Es decir, en este caso el estudio se tomó una semana con 42 horas de trabajo.
- En cuanto a los tiempos de parada programadas como charlas en tablero de gerencia, tiempo de preparación, tiempo de refrigerio y tiempos de parada no programada como averías y esperas no se realizó ningún cambio. Calculando todo este tiempo se aproxima a unas 2 horas por turno, por semana sería un total de 12 horas como anteriormente se mencionó.

A continuación, se presenta el cálculo del índice de disponibilidad:

$$\text{Tiempo programado de producción} = 6 \text{ días} \times 7 \text{ horas} = 42 \text{ horas}$$

$$\text{Tiempo parada programada y no programada} = 6 \text{ días} \times 2 \text{ horas} = 12 \text{ hora}$$

$$\text{Índice de disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo operativo de producción}}{\text{Tiempo de producción planificado}}$$

$$\text{Índice de disponibilidad} = \frac{48 - 12}{48} = \frac{36}{48}$$

$$\text{Índice de disponibilidad} = 0.8571 \approx 86\%$$

Finalmente, el índice de disponibilidad del sistema actual de a la empresa es de 0.8571 o 86%.

B) Factor de rendimiento

- Para este factor la cantidad será expresado en cajas y fue tomado por la semana de trabajo, este número varía según la cantidad de materia prima que ingresa a la empresa y pedido por parte del área de ventas.
- El número de unidades teóricamente producidas es de 5800 cajas según la programación y la cantidad de unidades real es de 5664 cajas.

A continuación, se presenta el cálculo del índice de rendimiento:

$$\text{Producción real} = 5664 \text{ cajas}$$

$$\text{Producción ideal} = 5800 \text{ cajas}$$

$$\text{Índice de rendimiento} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción ideal}}$$

$$\text{Índice de rendimiento} = \frac{5664}{5800}$$

$$\text{Índice de rendimiento} = 0.9766 \approx 98\%$$

Finalmente, el índice de rendimiento del sistema actual de a la empresa es de 0.9766 o 98%.

C) Factor de calidad

- Para este factor la cantidad será expresado en cajas y fue tomado por una semana de trabajo, este número varía según la cantidad de productos buenos y el total de productos producidos.
- El número de cantidad de cajas buenas es de 5614 y la cantidad total de productos producidos es 5664.

A continuación, se presenta el cálculo del índice de calidad:

$$\text{Índice de calidad} = \frac{\text{Productos buenos}}{\text{Total de productos producidos}}$$

$$\text{Índice de calidad} = \frac{5614}{5664}$$

$$\text{Índice de calidad} = 0.9912 \approx 99\%$$

Finalmente, el índice de rendimiento del sistema actual de la empresa es de 0.9912 o 99%.

D) Indicador OEE

En conclusión, el cálculo del indicador OEE (Eficiencia global de los equipos) se realizará por medio de los datos anteriores remplazándolo en la siguiente formula:

$$\text{Índice de disponibilidad} = 0.8571 \approx 86\%$$

$$\text{Índice de rendimiento} = 0.9746 \approx 98\%$$

$$\text{Índice de calidad} = 0.9912 \approx 99\%$$

$$OEE = \text{Índice de disponibilidad} \times \text{Índice de rendimiento} \times \text{Índice de calidad}$$

$$OEE = 0.86 \times 0.98 \times 0.99$$

$$OEE = 0.8344 \approx 83\%$$

El indicador OEE del sistema productivo actual de la empresa es 0.8344 o 83%.

Se puede decir que a partir del porcentaje presentado el indicado del OEE se encuentra en el rango de <75% y muy cerca de llegar al 85% lo que significa que es aceptable, es decir que está dentro de la valoración aceptable según la clasificación del OEE ya que se está dando un proceso de mejora, con ligeras pérdidas económicas, sin embargo, está muy cerca de llegar a la valoración buena aumentando su competitividad. Es por ello que la empresa se encuentra en un trayecto de mejora encontrando una mayor valoración siendo más competitiva.



CAPÍTULO VI

CAPÍTULO VI

6.1. Evaluación económica de la propuesta

El propósito del análisis económico nos permitirá determinar la viabilidad financiera del proyecto a través de la evaluación del flujo de caja y la relación entre beneficios y costos, elementos importantes para sustentar la propuesta. Esta consta de tres categorías de inversión: la implementación de la metodología 5S, la elaboración de una manual de procedimientos y la compra de nuevas máquinas. Finalmente, se llevará a cabo un estudio detallado del flujo de caja y del balance costo-beneficio para validar la rentabilidad del proyecto.

6.1.1. Inversión de la propuesta

a) Inversión de aplicación de la metodología 5'S

Para la inversión de la propuesta de la aplicación de la metodología de las 5'S (Anexo IX-A) se dividió en tres puntos:

- Mano de obra: Costos del personal del equipo de trabajo que desarrollará la propuesta y sus actividades.
- Materiales: Costos relacionados con elementos relacionados para la implementación de esta propuesta.
- Capacitaciones: Costos de la preparación e inicio de capacitaciones necesarias para la implementación de la propuesta.

Tabla 31

Inversión para aplicación de la metodología de las 5'S

Costo total	
Ítem	Monto
Mano de obra	S/ 840.00
Materiales	S/ 210.00
Capacitaciones	S/ 720.00
Total	S/ 1,770.00

Nota. Elaboración propia.

Se puede determinar que de acuerdo al cálculo anterior el costo total para el desarrollo de la propuesta costeo total de la propuesta de la aplicación de la metodología 5^{ta} S es de S/ 1,770.00.

b) Inversión en la creación del manual de estandarización de operaciones.

Para el costo total de la propuesta de la creación del manual de estandarización de operaciones (Anexo IX-B) se dividió en tres puntos:

- Mano de obra: Costos del personal del equipo de trabajo que desarrollará la propuesta y sus actividades.
- Materiales: Costos relacionados con elementos relacionados para la implementación de esta propuesta.
- Capacitaciones: Costos de la preparación e inicio de capacitaciones necesarias para la implementación de la propuesta.

Tabla 32

Inversión para creación del manual de estandarización de operaciones

Costo total	
Ítem	Monto
Mano de obra	S/ 450.00
Materiales	S/ 250.00
Capacitaciones	S/ 480.00
Total	S/ 1,180.00

Nota. Elaboración propia.

Se puede determinar que de acuerdo al cálculo anterior el costo total para el desarrollo de la propuesta costeo total de la propuesta de la creación del manual de estandarización de operaciones es de S/ 1,180.00.

c) Inversión de adquisición de máquinas nuevas

Para el costo total de la propuesta de la adquisición de máquinas nuevas (Anexo IX-C) se dividió en cuatro puntos:

- Mano de obra: Costos del personal del equipo de trabajo que desarrollará la propuesta y sus actividades.
- Materiales: Costos relacionados con elementos relacionados para la implementación de esta propuesta.
- Capacitaciones: Costos de la preparación e inicio de capacitaciones necesarias para la implementación de la propuesta.
- Máquinas nuevas: Costos de envío, funcionamiento, equipo, otros cotizados (ANEXO VI-B Y ANEXO VII-B).

Tabla 33
Inversión para creación del manual de estandarización de operaciones

Costo total	
Ítem	Monto
Mano de obra	S/ 450.00
Materiales	S/ 120.00
Capacitaciones	S/ 480.00
Máquinas nuevas	S/ 720,568.83
Total	S/ 721,618.83

Nota. Elaboración propia.

Se puede determinar que de acuerdo al cálculo anterior el costo total para el desarrollo de la propuesta costeo total de la propuesta de la adquisición de máquinas nuevas es de S/ 721,618.83.

6.1.2. Costos e ingresos

Para sustentar la viabilidad del desarrollo de la propuesta en la empresa embotelladora de Arequipa, se va a calcular la diferencia de costos e ingresos, para determinar cómo las mejoras impactarán en el flujo de caja del proyecto.

Tabla 34
Comparación de pago de operarios y crecimiento de ventas

Ítem	Actual	Propuesto	Diferencia	Observaciones
Mano de obra (Operadores)	12	6	6	Se redujo 6 personas
Mano de obra (Soles)	60	30	30	Horas de trabajo = 8; Pago por hora = 5 soles; Ahorro = 30 soles
Incremento de ventas (Pallets)	37	53	16	Incremento de pallets
Incremento de ventas (Botellas)	1535	2209	674	Incremento de botellas y la ganancia en 761.62 soles.
Crecimiento de ventas (Soles)	12280	17672	5392	Venta de producto = 8; Ganancia = 1.13; Margen de ganancia: = 16.4

Nota. Elaboración propia.

Tabla 35
Cálculo del beneficio total

Ítem	Producción total (soles)	Pago operadores (soles)	Observaciones
Actual	12280	12	
Propuesto	17672	6	
Beneficio (X1)	5392	30	
Beneficio (X2000)	10784000	60000	Al mes se llega a producir en promedio de 2000 unidades
Beneficio mensual	10,844,000		Suma de beneficio producción total y pago operadores
Beneficio anual	130,128,000		Anual (12 meses)

A continuación, se presenta el cálculo del beneficio total de la producción total y pago operadores obtenidos de los ingresos actuales con los propuestos anual. Elaboración propia.

- Cálculo del costo total de la propuesta

Tabla 36
Costo total mensual

Costo	Pago (soles)	Observaciones
Aplicación Metodología 5'S	1,770	Mensual
Funcionamiento (mes)	2,100	Mensual
Mantenimiento (mes)	6,500	Mensual
Costo total (mes)	10,370	Mensual

Nota. Elaboración propia.

6.2. Flujo de caja

El flujo de caja proyectado permitirá analizar la viabilidad financiera del proyecto, considerando la inversión inicial, los ingresos proyectados y los egresos estimados durante el periodo de implementación en el proceso.

A) Costos fijos

Para los costos fijos de la empresa se incluyeron los siguientes costos: (ANEXO X)

Tabla 37
Cálculo del costo fijo total

ITEM	COSTO (SOLES)	OBSERVACIONES
Costo de paga de servicios	0	Costo de servicios (agua y luz)
Costo de útiles de escritorio	393	Ver detalle Anexo XI-A
Costo de utensilios de limpieza	841.8	Ver detalle Anexo XI-B
Costo total de paga del personal	51800	Ver detalle Anexo XI-C
Depreciación total	103271.6	Ver detalle Anexo XI-D
Costo Fijo Total	156306.4	

Nota. Elaboración propia.

En el desarrollo de los cálculos se puede observar que los costos fijos totales anual de la empresa en base a la propuesta es de S/. 156306.4.

B) Costos variables

Para los costos fijos de la empresa se incluyeron los siguientes costos: (ANEXO XI)

Tabla 38

Cálculo costo variable unitario

ITEM	COSTO (SOLES)	OBSERVACIONES
Costo de producción	2.36	Ver detalle Anexo XI-A
Costo Variable Total	2.36	

Nota. Elaboración propia.

Tabla 39

Cálculo del costo variable total

ITEM	CANTIDAD	OBSERVACIONES
Producción por día (botella)	2209	Cantidad diaria
Producción por mes (botella)	57434	Cantidad mensual (26 días)
Producción por año (botella)	689208	Cantidad anual (12 meses)
Costo Variable Total (S/.)	1626530.88	

Nota. Elaboración propia.

Luego de los cálculos realizados se concluye que el costo variable total anual de la producción en base a la propuesta es de S/. 1 626 530.88

C) Cálculo de tasa de descuento

Para calcular la tasa de descuento del proyecto, se empleó un modelo de valoración de activos de capital (CAPM) que permite estimar el rendimiento esperado de una inversión considerando su riesgo sistemático. Este modelo se basa en la siguiente fórmula:

$$K_e = R_f + \beta \times (R_m - R_f + \text{Riesgo País})$$

Donde:

- R_f = Tasa libre de riesgo (Bonos EEUU 10 años) = 4.20%
- β no apalancado = 0.86
- R_m = Rendimiento esperado del mercado = 9.75%
- Riesgo país (Perú) = 1.68%.

Continuando con el apalancamiento de beta presentado por la empresa la política aproximada de relación deuda patrimonio de 0.3 a 0.5 respectivamente y la tasa de impuesto de renta anual en Perú de 29.5%.

$$\beta = \beta_U \times 1 + (1 - 29.5\%) \times \frac{\text{Deuda}}{\text{Patrimonio}}$$

$$\beta = 0.86 \times 1 + (1 - 29.5\%) \times \frac{0.3}{0.5}$$

$$\beta = 1.28$$

Luego se aplica la fórmula del método CAPM para hallar la tasa de descuento y usando información según datos actualizados de 2024 de J.P. Morgan y Damodaran para el cálculo.

$$K_e = R_f + \beta \times (R_m - R_f + \text{Riesgo País})$$

$$K_e = 4.20\% + 1.28 \times (9.75\% - 4.20\% + 1.68\%)$$

$$K_e = 13.45\% \approx 0.1345$$

Luego del cálculo realizado se obtuvo que el K_e anual es de 13.45% o 0.1345, con este dato, se permitirá calcular el VAN.

D) Flujo de caja

En esta sección, una vez calculados los costos totales, tanto como fijos como variables, se procede a elaborar el flujo de caja de la empresa con base en la propuesta planteada.

La proyección del flujo de caja abarcará un periodo de cinco años, permitiendo analizar la viabilidad de implementar la propuesta en el sistema productivo de la empresa. Así mismo se procederá con los siguientes cálculos luego de haber finalizado el flujo de caja con el cálculo del VAN y del TIR.

Tabla 40

Flujo de Caja

PERIODO	FLUJO DE CAJA					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por ventas		S/ 2,623,080.00	S/ 2,996,868.90	S/ 3,423,922.72	S/ 3,911,831.71	S/ 4,469,267.72
Total Ingresos		S/ 2,623,080.00	S/ 2,996,868.90	S/ 3,423,922.72	S/ 3,911,831.71	S/ 4,469,267.72
Costo fijo total		S/ 156,306.40	S/ 1,590.64	S/ 1,590.64	S/ 1,590.64	S/ 1,590.64
Costo variable total		S/ 1,626,530.88	S/ 1,858,311.53	S/ 2,123,120.92	S/ 2,425,665.66	S/ 2,771,323.01
Depreciación (Máquina)		S/ 144,113.77	S/ 144,113.77	S/ 144,113.77	S/ 144,113.77	S/ 144,113.77
Total Egresos		S/ 1,926,951.05	S/ 2,004,015.94	S/ 2,268,825.33	S/ 2,571,370.06	S/ 2,917,027.42
Utilidad antes de impuestos		S/ 696,128.95	S/ 992,852.96	S/ 1,155,097.39	S/ 1,340,461.64	S/ 1,552,240.31
Impuestos		-S/ 205,358.04	-S/ 292,891.62	-S/ 340,753.73	-S/ 395,436.19	-S/ 457,910.89
Utilidad después de impuestos		S/ 490,770.91	S/ 699,961.34	S/ 814,343.66	S/ 945,025.46	S/ 1,094,329.42
Depreciación		S/ 144,113.77	S/ 144,113.77	S/ 144,113.77	S/ 144,113.77	S/ 144,113.77
Inversión	S/ 723,518.83					
Flujo de Caja Económico	-S/ 723,518.83	S/ 634,884.68	S/ 844,075.11	S/ 958,457.43	S/ 1,089,139.23	S/ 1,238,443.18

Nota. Elaboración propia.

6.2.1. Cálculo del VAN y el TIR

Para calcular el valor actual neto (VAN), para determinar la viabilidad de la inversión, se realizará mediante la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{n=1}^N \left[\frac{Q_n}{(1+i)^n} \right] - inversión\ inicial$$

Donde:

- Q_n = Flujo de caja en el periodo n
- N = Número Total de período
- n = Año de obtención de beneficios de cada periodo
- i = Tasa de descuent
- $Inversión\ inicial$ = Desembolso de dinero al inicio del proyecto

$$\begin{aligned} VAN &= -723,518.83 + \frac{634,884.68}{(1+13.45\%)^1} + \frac{844,075.11}{(1+13.45\%)^2} + \frac{958,457.43}{(1+13.45\%)^3} \\ &\quad + \frac{1,089,139.23}{(1+13.45\%)^4} + \frac{1,238,443.18}{(1+13.45\%)^5} \\ VAN &= 2,464,690.25 \end{aligned}$$

Para calcular la tasa interna de retorno (TIR), para determinar el porcentaje de viabilidad de la inversión, se realizará mediante la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{n=1}^N \left[\frac{Q_n}{(1+TIR)^n} \right] - inversión\ inicial = 0$$

Donde:

- Q_n = Flujo de caja en el periodo n
- N = Número Total de período
- n = Año de obtención de beneficios de cada periodo
- $Inversión\ inicial$ = Desembolso de dinero al inicio del proyecto

$$0 = -723,518.83 + \frac{634,884.68}{(1 + TIR)^1} + \frac{844,075.11}{(1 + TIR)^2} + \frac{958,457.43}{(1 + TIR)^3} + \frac{1,089,139.23}{(1 + TIR)^4} + \frac{1,238,443.18}{(1 + TIR)^5}$$

$$TIR = 1.04 \approx 104\%$$

Finalmente, los resultados de la evaluación económica confirman la viabilidad del proyecto, dando S/. 2 464 690.25 el valor del VAN lo que indica que el proyecto generará por encima de la inversión inicial.

Así mismo el TIR dio como resultado 104% esto dando a entender que supera la tasa de descuento considerablemente lo que se puede interpretar que el proyecto ofrece un elevado retorno.

En conclusión, tanto el VAN positivo y elevado como la TIR considerable muestran que el proyecto es financieramente viable ya que no solo se recupera la inversión inicial si no que genera un alto nivel económico desde la perspectiva financiera.

6.3. Periodo de Recuperación de Inversión (PRI)

Para efectuar una evaluación adecuada de la viabilidad del proyecto resulta indispensable determinar el periodo en el que se recuperará la inversión efectuada. El indicador de Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) nos permite establecer que el tiempo necesario para cubrir la inversión inicial. A continuación, se realizará el cálculo del indicador:

Tabla 41

Datos para el cálculo del periodo de recuperación de inversión (PRI)

Año	Flujo de Caja	Flujo de Caja Acumulado
0	-S/ 723,518.83	
1	S/ 634,884.68	S/ 634,884.68
2	S/ 844,075.11	S/ 1,478,959.78
3	S/ 958,457.43	S/ 2,437,417.21
4	S/ 1,089,139.23	S/ 3,526,556.43
5	S/ 1,238,443.18	S/ 4,764,999.62

Nota. Elaboración propia.

Este modelo se basa en la siguiente fórmula:

$$PRI = A + \frac{(B - C)}{D}$$

Donde:

- $A =$ El ultimo año completo antes de que se recupere la inversión
- $B =$ La inversión inicial total
- $C =$ El flujo de efectivo acumulado hasta el año "A"
- $D =$ El flujo de efectivo del año en que se recupera la inversión

$$PRI = 1 + \frac{(723,518.83 - 634,884.68)}{844,075.11} = 1.1050 \text{ años}$$

$$PRI = 1.1050 \text{ años}$$

- Conversión a meses y días:

$$PRI = 1.1050 \text{ años} \times 12 \frac{\text{meses}}{\text{años}} = 1.26 \text{ meses} \rightarrow 1 \text{ mes y } 0.26 \times 30 \text{ días} = 8 \text{ días}$$

$$PRI \approx 1 \text{ año, } 1 \text{ mes y } 8 \text{ días}$$

Finalmente se puede decir que el periodo de recuperación de la inversión (PRI) es de 1.105 años, lo esto significa que la inversión inicial se recuperará en aproximadamente 1 año, 1 mes y 8 días.

Se concluye que el proyecto es viable en un plazo relativamente corto de lo esperado ya que el tiempo para recuperar el capital es cercano al primer año.

CONCLUSIONES

Primera.-

En conclusión, se comprobó que la presente investigación, generó una optimización significativa respecto al sistema productivo del formato de 7 litros, como se puede observar a través del análisis del indicador de eficiencia global de los equipos (OEE), los resultados reflejan un incremento considerable, pasando del valor inicial de 49% actual a 83% propuesto lo que demuestra una mejora en la utilización de los recursos productivos. Este avance no solo fortalece la competitividad de la empresa si no que también contribuye a consolidar su posicionamiento en el mercado por procesos mas eficientes y confiables.

Segunda.-

La construcción del modelo de simulación del sistema productivo mediante el software Arena Simulation hizo que se analizará a detalle el funcionamiento actual del proceso productivo, considerando las operaciones, recursos, recorrido entre otras variables. Esta herramienta permitió obtener los resultados cuantitativos del proceso, los cuales sirvieron como base objetiva para la toma de decisiones orientadas a la mejora continua.

Tercera.-

La aplicación del modelo de simulación desarrollado en Arena Simulation y el análisis de los resultados generados facilitaron la detección de las principales limitaciones del proceso productivo actual, tales como retrasos operativos y cuellos de botella en actividades del proceso, de manera que a partir de este análisis fuera posible estructurar y planificar una propuesta de mejora orientada a optimizar la eficiencia global de los equipos del sistema productivo de manera más eficiente frente a la demanda.

Cuarta.-

La implementación de estrategias como la implementación de las 5'S y la creación de un manual de estandarización de operaciones, junto con la incorporación de nuevas máquinas,

se puede observar mejoras significativas en el proceso del sistema productivo. Como datos cuantitativos desde el punto de vista operativo podemos ver en cuanto a la capacidad de producción hubo un incremento de 3910 cajas a 5664 cajas, lo cual representa un crecimiento considerable en el rendimiento del sistema productivo. Así mismo se evidenció la reducción del tiempo total de operación de 48 horas a 42 horas, lo que refleja una mayor eficiencia en la gestión de recursos entre la disminución de tiempos improductivos, retrasos y cuellos de botella. De modo que estas medidas permitieron mejorar la organización, la estandarización de métodos y tiempos de trabajo validando la efectividad de las mejoras por el programa Arena Simulation.

Quinta.-

Por último, en la evaluación económica, el análisis de viabilidad mostró resultados favorables. El cálculo del Valor Actual Neto (VAN) dio un monto de S/. 2 464 690.25, evidenciando que la propuesta genera beneficios positivos para la empresa. Así también la Tasa Interna de Retorno (TIR) alcanzó un 104% lo que confirma la viabilidad del proyecto.

RECOMENDACIONES

Primera.-

Es necesario que la empresa promueva y fomente una cultura de mejora continua, apoyándose en herramientas como la teoría de colas, la simulación de sistemas, la metodología 5'S, entre otras técnicas, con el propósito de asegurar la optimización de los procesos y por consiguiente los indicadores productivos y financieros.

Segunda.-

Implementar de manera permanente herramientas y metodologías en todas las áreas productivas de la empresa, asegurando la disciplina operativa y la reducción de tiempos improductivos mediante auditorías y capacitaciones constantes al personal. Así también hacer un monitoreo del sistema productivo con el fin de mantener y mejorar los niveles de desempeño.

Tercera.-

La incorporación de la herramienta de simulación mediante el software Arena Simulation, evidencia múltiples beneficios en cuanto análisis cuantitativos, permitiendo estructurar planes de mejora continua dentro de la empresa. Por lo tanto se sugiere emplear esta herramienta de forma constante para la identificación de soluciones frente a las problemáticas que puedan influir en la toma de decisiones.

Cuarta.-

Reforzar la capacitación del personal en el uso de equipos, máquinas, metodologías que engloben la mejora continua con el fin de garantizar la optimización constante de sus procesos productivos logrando alcanzar una mayor eficiencia y por lo tanto la efectividad en la empresa.

Quinta.-

Destinar parte de las utilidades generadas a proyectos de innovación y expansión productiva considerando la posibilidad de abrir nuevas líneas. Lo que permitirá atender incrementos en la demanda futura sin afectar la eficiencia del sistema productivo actual.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonzo, H. (2009). Una herramienta de mejora, el OEE (Efectividad Global del Equipo). *Contribuciones a la economía*, 10.
- Bamber, C., Sharp, J., & Hides, M. (1999). Factores que afectan la implementación exitosa del mantenimiento productivo total: una perspectiva de estudio de caso de fabricación en el Reino Unido. *Calidad en ingeniería de mantenimiento*, 162-181.
- Belohlavek, P. (2006). OEE: Eficiencia Global de los Equipos Productivos. *Blue Eagle*, 230.
- Blank, L., & Tarquin, A. (1989). *Ingeniería económica*. McGraw-Hill.
- Canahua, N. (2020). *Propuesta de mejora en el área de producción en una empresa metalmecánica utilizando Lean Six Sigma*. [Tesis de titulación, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas] Repositorio de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas . <http://hdl.handle.net/10757/650346>
- Choque Inga, J. J., & Fernández Vilcahuaman, J. J. (2021). *Implementación del TPM para incrementar la eficiencia (OEE) de la máquina peletizadora en la empresa Praxi Plast SAC, Lurigancho-Chosica 2021*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/81364>
- Cortez, J. (2010). *Simulación de sistemas*.
- Cruelles, J. (2010). *La teoría de la medición del despilfarro*. Artef, S.L.
- Dantzig, G. (1963). Programación lineal y extensiones. *Princeton: Princeton University Press.*, 25. <https://doi.org/10.1515/9781400884179>
- Delgado, D., & Sánchez, G. (2018). *Las bebidas funcionales en el consumidor peruano actual y el replanteamiento de la estrategia comercial de Arca Continental Lindley en base a las nuevas tendencias de consumo de bebidas*. [Tesis de titulación, Universidad

- Peruana de Ciencias Aplicadas] Repositorio Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/623508>
- Díaz, C., Catari, D., Murga, C., Díaz, G., & Quezada, V. (2020). Efectividad General de Equipos (OEE) Ajustado por costos. *Interciencia*, 158-163.
- Fontalvo, T., De la Hoz, E., & Morelos, J. (2017). La productividad y sus factores: Indiferencia en el mejoramiento organizacional. *Dimensión empresarial*, 16(1), 47-60. <https://doi.org/10.15665/dem.v16i1.1375>
- Galindo, M., & Ríos, V. (2015). Productividad. *México ¿Cómo vamos?*, 2.
- Guevara Orozco, Á. R., & Meregildo Villarreal, A. M. (2022). *Estandarización de procesos operacionales para la mejora del indicador OEE en una embotelladora ubicada en Guayaquil usando la metodología DMAIC de Six Sigma*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23974>
- Hernández, J., & Rivas, J. (2022). *Propuesta para el diseño de la distribución de planta en una empresa procesadora de polímeros mediante el software de simulación arena*. [Tesis de titulación, Universidad Central del Valle del Cauca]. Repositorio de la Universidad Central del Valle del Cauca. <http://hdl.handle.net/20.500.12993/2771>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación*. MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C. V.
- Kelton, W., Sadowski, R., & Sturrock, D. (2008). *Simulación con software Arena*. McGraw-Hill Interam.
- Kleirock, L. (1975). *Sistema de colas, volumen 1 teoría*. Wiley-Interscience.
- Law, A., & Kelton, W. (2007). *Simulación modelado y análisis*. McGraw-Hill.
- Nakajima, S. (1988). Introducción al mantenimiento productivo total. *Prensa de productividad*, 129.

- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación*. Ediciones de la U.
- Oliveras, E. (24 de octubre de 2016). *Cómo calcular la productividad global de la empresa*. Grupo P&A. <https://grupo-pya.com/calcular-la-productividad-global-la-empresa/>
- Oscátegui, J., & Flores, J. (2024). *Modelo de control de tiempos improductivos en el proceso de carguío y acarreo mediante el uso de software de simulación Arena en una unidad minera superficial del centro del Perú*. [Tesis de titulación, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas] Repositorio de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <http://hdl.handle.net/10757/671239>
- PET Technologies. (s.f.). *APF-Max 3U*. [Fotografía]. <https://pet-eu.com/es/productos/maquinas-sopladoras-de-envases-pet/apf-max-3u/>
- Quillupangui, L. A. (2021). Mejoramiento de la Eficiencia General del Equipo mediante la simulación de eventos discretos. Estudio de caso en la industria cosmética. *Revista Espacios*, 42(14), 18-28. <https://doi.org/10.48082/espacios-a21v42n14p02>
- Rodríguez, D. (2020). *Propuesta de mejora del sistema productivo para el aumento del OEE (Eficiencia Global de Equipos) utilizando la simulación de sistemas en la empresa Sabanamar Pacífico S.A.C. Arequipa 2020*. [Tesis de titulación, Universidad Católica de Santa María] Repositorio de la Universidad Católica de Santa María. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/10213>
- Rondón, C. (2020). *Propuesta de optimización en el proceso de abastecimiento de combustible líquido a la empresa Minera Cerro Verde en una empresa de transportes en la zona sur del Perú*. [Tesis de titulación, Universidad Católica de Santa María] Repositorio de la Universidad Católica de Santa María. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/10210>

Shannon, R. (1975). *Simulación de sistemas: el arte y la ciencia*. Englewood Cliffs, Nueva Jersey: Prentice Hall.

Statista. (01 de marzo de 2024). *Ingresos generados por la industria de bebidas sin alcohol a nivel mundial entre 2014 y 2028*. <https://es.statista.com/previsiones/1292050/ingresos-de-la-industria-mundial-de-bebidas-no-alcoholicas>

Supo, J. (2014). *Cómo elegir un muestra: Técnicas para seleccionar una muestra representativa*. Bioestadístico.

Tarifa, E. E. (2001). *Teoría de Modelos y Simulación*. <https://ucreanop.com/wp-content/uploads/2020/08/Lectura-complementaria-8.-Teoria-de-Modelos-y-Simulacion.pdf>

Tawfik, L., & Chauvel, A. (1992). *Administración de la producción*. McGraw-Hill.

Videojet. (2024). *¿Qué es una línea de llenado de botellas?* <https://www.videojet.mx/mx/homepage/resources/glossary/bottle-filling-machines/bottle-filling-lines.html>

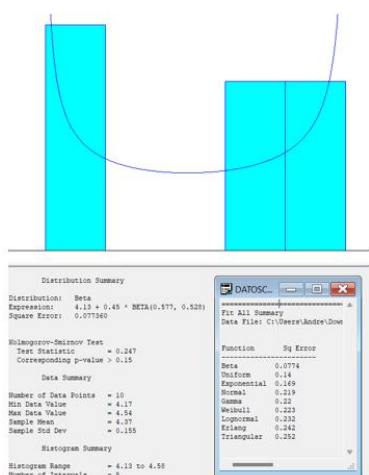
ANEXOS

ANEXO I: ESTUDIO DE TIEMPOS DEL SISTEMA PRODUCTIVO ACTUAL

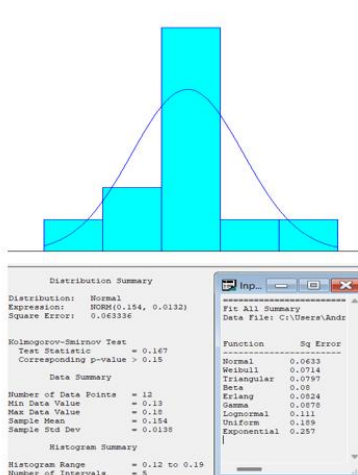
Nº	Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Σx	Σx^2	N
1	Calentamiento de preforma	4.44	4.44	4.52	4.51	4.54	4.21	4.2	4.18	4.17	4.44	43.65	190.7	2
2	Soplado PET	0.18	0.16	0.16	0.15	0.14	0.15	0.14	0.13	0.15	0.16	1.52	0.233	12
3	Transporte hacia máquina etiquetadora	2.2	2.22	2.2	2.21	2.22	2.22	2.22	2.22	2.22	2.2	22.13	48.97	0
4	Etiquetado	0.45	0.45	0.44	0.43	0.45	0.46	0.45	0.45	0.46	0.46	4.5	2.026	1
5	Transporte hacia máquina llenadora	2.08	2.09	2.08	2.07	2.07	2.07	2.08	2.08	2.06	2.08	20.76	43.1	0
6	Enjuague	0.15	0.14	0.15	0.14	0.15	0.15	0.14	0.15	0.15	0.14	1.46	0.213	2
7	Llenado	0.15	0.15	0.14	0.15	0.14	0.15	0.16	0.15	0.15	0.15	1.49	0.222	2
8	Capsulado	0.16	0.15	0.15	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.16	0.15	1.55	0.241	2
9	Transporte hacia codificador	1.49	1.49	1.48	1.49	1.48	1.49	1.49	1.48	1.5	1.49	14.88	22.14	0
10	Codificado	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.1	0.001	0
11	Transporte hacia colocación de asas	0.12	0.11	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.13	0.13	0.14	1.22	0.15	8
12	Colocación de asas	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.26	0.007	57
13	Transporte hacia empacado	0.22	0.18	0.26	0.18	0.25	0.25	0.22	0.22	0.23	0.22	2.23	0.504	21
14	Empacado	0.45	0.45	0.46	0.45	0.45	0.44	0.45	0.43	0.43	0.45	4.46	1.99	1
15	Transporte hacia paletizado	0.17	0.15	0.18	0.2	0.22	0.22	0.18	0.19	0.21	0.2	1.92	0.373	20
16	Paletizado (palet)	5.38	6.01	5.55	5.46	6.09	5.48	5.51	5.57	5.42	5.59	56.06	314.8	3
17	Enfardado	0.3	0.25	0.23	0.28	0.28	0.25	0.33	0.33	0.3	0.31	2.86	0.829	21
18	Transporte almacén producto terminado	0.39	0.38	0.34	0.38	0.36	0.37	0.38	0.34	0.37	0.4	3.71	1.38	4

ANEXO II: DISTRIBUCIÓN PROBABILÍSTICA DE VARIABLES ACTUAL

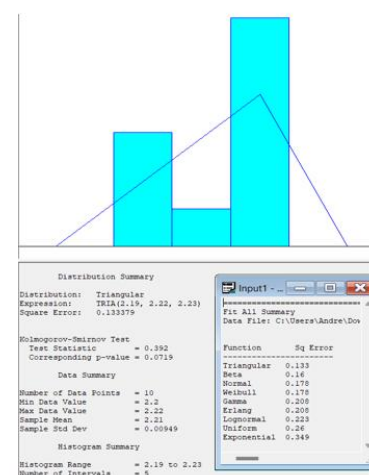
X1: Calentamiento de preforma



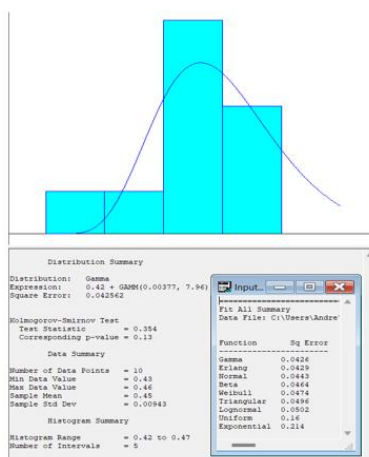
X2: Soplado PET



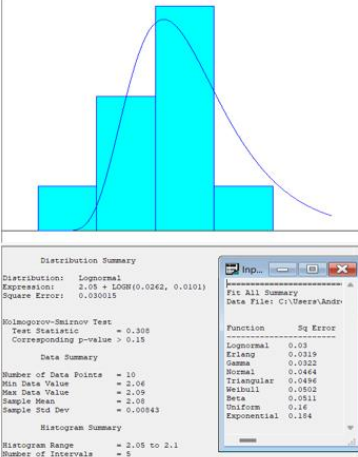
X3: Transporte hacia máquina etiquetadora



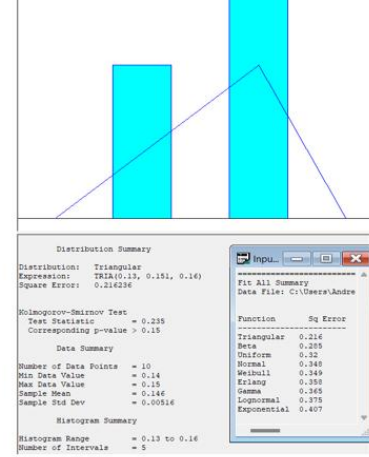
X4: Etiquetado



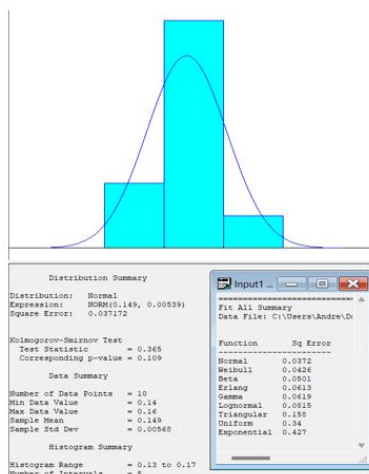
X5: Transporte hacia máquina llenadora



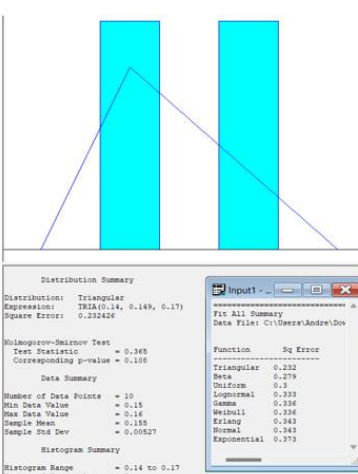
X6: Enjuague



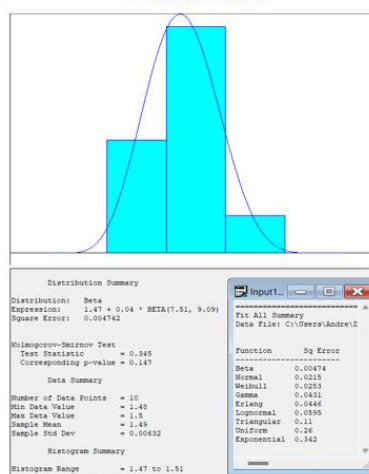
X7: Llenado



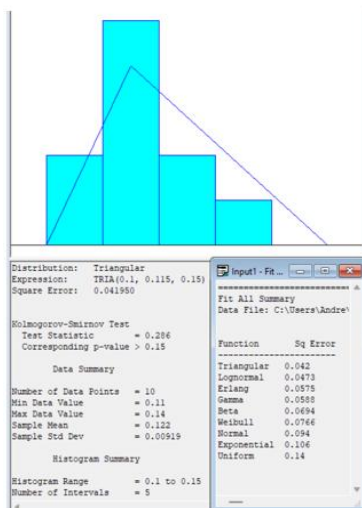
X8: Capsulado



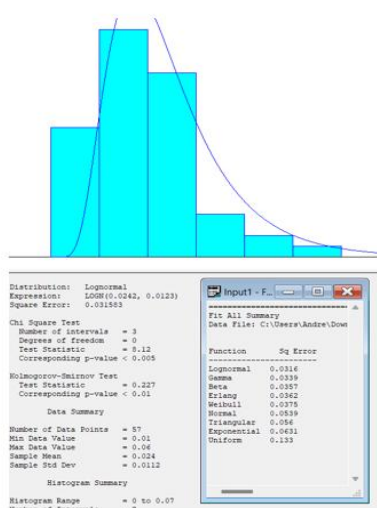
X9: Transporte hacia codificador



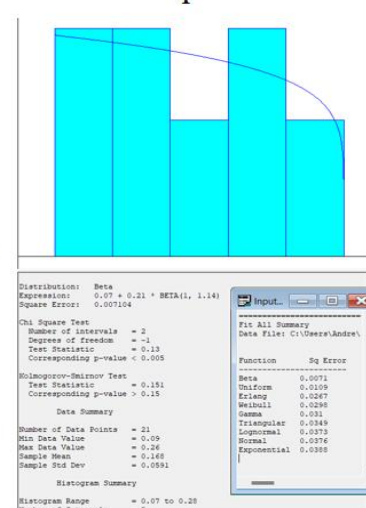
X11: Transporte hacia
colocación de asas



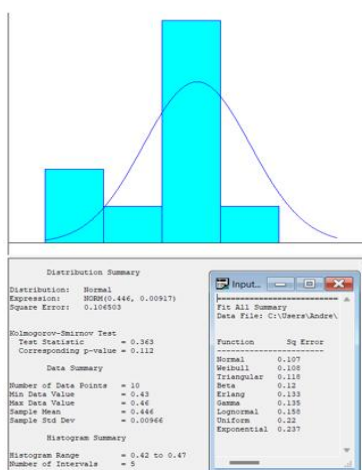
X12: Colocación de asas



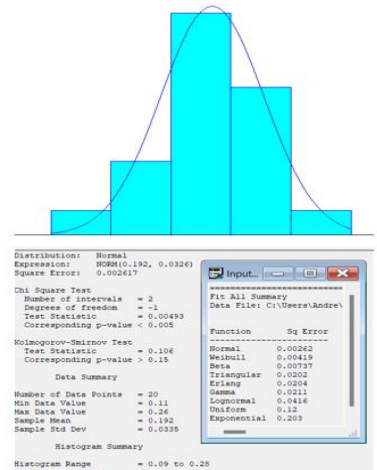
X13: Transporte hacia
empacado



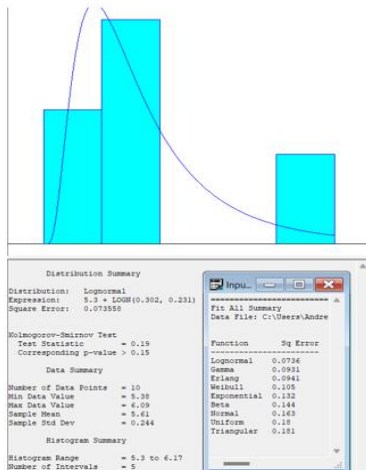
X14: Empacado



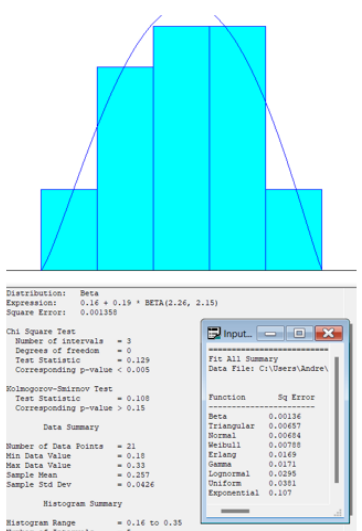
X15: Transporte hacia
paletizado



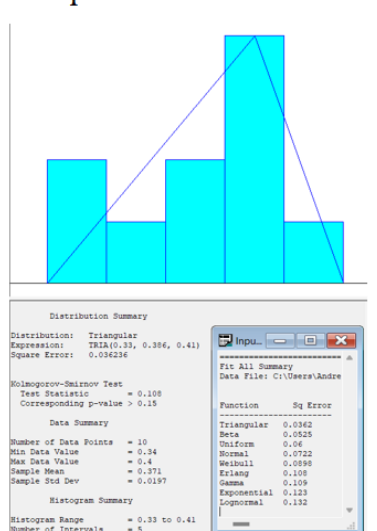
X16: Paletizado



X17: Enfardado



X18: Transporte almacén
producto terminado



ANEXO III: DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA DE LAS 5'S

A) SOPLADO

FASE	ACTIVIDAD	DURACIÓN (MIN)
Seiri (Eliminar)	- Retirar preformas defectuosas o contaminadas. - Desechar residuos plásticos o empaques sobrantes. - Separar herramientas no necesarias.	15
Seiton (Ordenar)	- Organizar las preformas - Ubicar herramientas cerca del área de uso. - Señalizar zonas de operación, tránsito y almacenamiento.	10
Seiso (Limpieza)	- Limpiar restos de plástico, polvo o aceite de la máquina. - Verificar y limpiar moldes. - Eliminar obstrucciones del área de ventilación.	20
Seiketsu (Estandarización)	- Crear procedimientos para limpieza y revisión de equipos. - Establecer horarios de mantenimiento. - Documentar el orden y ubicación de herramientas. - Instructivo de operación.	15
Shitsuke (Disciplina)	- Supervisar el cumplimiento de los procedimientos. - Promover el correcto uso de EPP'S - Capacitar constantemente sobre buenas prácticas de manufactura (BPM).	20
TOTAL		80

B) ETIQUETADO

FASE	ACTIVIDAD	DURACIÓN (MIN)
Seiri (Eliminar)	- Retirar rollo dañado o mal impreso. - Desechar residuos. - Separar herramientas o insumos innecesarios.	15
Seiton (Ordenar)	- Organizar los rollos de etiquetas por tipos de diseño. - Colocar insumos al alcance del operador. - Rotular las áreas del trabajo.	10
Seiso (Limpieza)	- Limpiar residuos de goma en la máquina. - Mantener libre de polvo y suciedad la zona de etiquetado. - Revisar sensores.	20
Seiketsu (Estandarización)	- Definir frecuencia de mantenimiento y limpieza. - Estandarizar ubicación de herramientas. - Instructivo de operación.	15
Shitsuke (Disciplina)	- Verificar cumplimiento de procedimientos. - Capacitar al personal sobre el uso adecuado de equipos. - Fomentar la cultura de orden y limpieza.	20
TOTAL		80

C) LLENADO

FASE	ACTIVIDAD	DURACIÓN (MIN)
Seiri (Eliminar)	- Retirar botellas defectuosas. - Separar herramientas o productos fuera de uso.	15
Seiton (Ordenar)	- Ubicar el rinser, las válvulas y accesorios correctamente. - Señalizar zonas de operación y tránsito. - Organizar materiales de limpieza.	10
Seiso (Limpieza)	- Limpiar rinser, válvulas de llenado y encapsulador. - Eliminar derrames de agua. - Verificar y limpiar sensores.	20
Seiketsu (Estandarización)	- Registrar rutinas de mantenimiento. - Estandarizar ubicación de herramientas. - Crear instructivo de limpieza y operación.	15
Shitsuke (Disciplina)	- Revisar cumplimiento de normas. - Capacitar en uso de equipo y buenas prácticas. - Supervisar uso de EPP'S.	20
TOTAL		80

D) CODIFICADO

FASE	ACTIVIDAD	DURACIÓN (MIN)
Seiri (Eliminar)	- Retirar botellas sin fecha o con errores. - Separar elementos que no tengan relación.	10
Seiton (Ordenar)	- Organizar el tinte, disolventes y otros accesorios. - Identificar zonas para botellas codificadas y sin codificar. - Señalización clara.	10
Seiso (Limpieza)	- Limpiar sensor de codificador. - Mantener libre de polvo y tinta las superficies.	15
Seiketsu (Estandarización)	- Procedimientos de limpieza. - Definir revisiones para recargas de tinta. - Instrucciones visibles para el operador.	10
Shitsuke (Disciplina)	- Control de seguimiento. - Registro de errores frecuentes y acciones correctivas.	15
TOTAL		60

E) COLOCADOR DE ASAS

FASE	ACTIVIDAD	DURACIÓN (MIN)
Seiri (Eliminar)	- Desechar asas dañadas o deformadas. - Separar productos rechazados. - Eliminar insumos no necesarios.	15
Seiton (Ordenar)	- Clasificar asas por producto. - Organizar insumos al alcance. - Señalizar zona de operación.	10
Seiso (Limpieza)	- Limpiar boquillas. - Eliminar restos plásticos o polvo. - Revisar estado de sensores.	20
Seiketsu (Estandarización)	- Instructivos de operación. - Registro de mantenimiento. - Manual visual con errores comunes y solución.	15
Shitsuke (Disciplina)	- Evaluación periódica. - Supervisión de cumplimiento.	20
TOTAL		80

F) EMPACADO

FASE	ACTIVIDAD	DURACIÓN (MIN)
Seiri (Eliminar)	- Desechar botellas fuera de la conformidad. - Retirar paquetes mal envueltos (lámina termocontraible) - Separar botellas defectuosas.	15
Seiton (Ordenar)	- Apilar correctamente las botellas. - Organización de botellas. - Señalizar zona de operación.	10
Seiso (Limpieza)	- Mantener la zona libre de residuos plásticos. - Limpieza de cintas transportadoras.	20
Seiketsu (Estandarización)	- Instructivo de empaque. - Manual visual con errores frecuentes.	15
Shitsuke (Disciplina)	- Monitoreo de cumplimiento. - Supervisar cumplimiento. - Retroalimentación continua.	20
TOTAL		80

G) PALETIZADO

FASE	ACTIVIDAD	DURACIÓN (MIN)
Seiri (Eliminar)	- Retirar pallets rotos o contaminados. - Desechar planchas con polvo o rotas. - Separar botellas inestables o deformes.	15
Seiton (Ordenar)	- Colocar pallets ordenadamente. - Señalizar rutas de montacargas. - Organizar zona de pallets terminados.	10
Seiso (Limpieza)	- Revisar pallets y planchas en buen estado. - Revisar estructura y nivelación.	20
Seiketsu (Estandarización)	- Instructivo de operación. - Verificación de estabilidad. - Procedimiento para reportar daños o desviaciones.	15
Shitsuke (Disciplina)	- Supervisión de cumplimiento. - Retroalimentación continua. - Fomento del orden y trabajo seguro.	20
TOTAL		80

ANEXO IV: MANUAL DE ESTANDARIZACIÓN DE OPERACIONES

1. ACTIVIDADES

A) PROCESO DE SOPLADO

	PROCEDIMIENTO		INS-001	
	PROCESO DE SOPLADO		FECHA	10/11/2024
			VERSIÓN	00
			PÁGINA	1 de 1
UNIDAD ADMINISTRATIVA	Dirección de la empresa		AREA RESPONSABLE	Jefatura de producción
OBJETIVO	Establecer las actividades y los pasos correctos a seguir para un óptimo procedimiento de soplado de preformas, asegurando un trabajo seguro y eficiente con tiempos adecuados.			
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES				
Nº	RESPONSABLE	NOMBRE	ACTIVIDAD	TIEMPO PROMEDIO (MIN)
1	OPERADOR DE SOPLADO	Recepción de preforma y traslado	- Realizado en cajas donde es llevado al área de soplado.	1.30
2	OPERADOR DE SOPLADO	Colocar preformas en la sopladora	- Se rellena cuando este en un punto bajo de preforma.	2.00
3	OPERADOR DE SOPLADO	Calibración temperatura	- Calibrar la temperatura.	2.30
4	OPERADOR DE SOPLADO	Inspeccionar temperatura	- Verificación de la temperatura.	0.30
5	OPERADOR DE SOPLADO	Calibrar velocidad	- Calibrar la velocidad.	2.30
6	OPERADOR DE SOPLADO	Inspeccionar velocidad	- Verificación de la velocidad.	0.30
7	AUXILIAR ROTATIVO	Activación de la máquina	- Inicio del proceso de soplado.	3.00
8	AUXILIAR ROTATIVO	Revisión final	- Asegurar que no presente fugas de aire y marcha en orden	1.00

B) PROCESO DE ETIQUETADO

	PROCEDIMIENTO		INS-001	
			FECHA	10/11/2024
			VERSIÓN	00
	PROCESO DE ETIQUETADO		PÁGINA	1 de 1
UNIDAD ADMINISTRATIVA	Dirección de la empresa	AREA RESPONSABLE	Jefatura de producción	
OBJETIVO	Establecer las actividades y los pasos correctos a seguir para un óptimo procedimiento de etiquetado, asegurando un trabajo seguro y eficiente con tiempos adecuados.			
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES				
Nº	RESPONSABLE	NOMBRE	ACTIVIDAD	TIEMPO PROMEDIO (MIN)
1	AUXILIAR ROTATIVO	Recepción rollo de etiqueta	- Verificación de la etiqueta correcta.	0.30
2	AUXILIAR ROTATIVO	Calibrar rollo de etiqueta	- Colocación y calibración en el eje giratorio.	2.30
3	AUXILIAR ROTATIVO	Colocar goma en tanque	- Colocación de goma.	3.00
4	AUXILIAR ROTATIVO	Calibrar temperatura	- Calibrar la temperatura.	1.30
5	AUXILIAR ROTATIVO	Inspeccionar temperatura	- Verificar la temperatura correcta.	0.30
6	AUXILIAR ROTATIVO	Calibrar velocidad	- Calibrar la velocidad.	1.30
7	AUXILIAR ROTATIVO	Inspeccionar velocidad	- Verificar la velocidad correcta.	0.30
8	AUXILIAR ROTATIVO	Activación de la máquina	- Inicio del proceso de etiquetado.	3.00
9	AUXILIAR ROTATIVO	Revisión final	- Asegurar que no presente fugas de goma ni etiquetado inadecuado.	1.00

C) PROCESO DE LLENADO

	PROCEDIMIENTO		INS-001	
			FECHA	10/11/2024
			VERSIÓN	00
		PROCESO DE LLENADO		PÁGINA
UNIDAD ADMINISTRATIVA	Dirección de la empresa	AREA RESPONSABLE	Jefatura de producción	
OBJETIVO	Establecer las actividades y los pasos correctos a seguir para un óptimo procedimiento de llenado, asegurando un trabajo seguro y eficiente con tiempos adecuados.			
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES				
N°	RESPONSABLE	NOMBRE	ACTIVIDAD	TIEMPO PROMEDIO (MIN)
1	OPERADOR LLENADORA	Recepción de agua	- Verificación de presión, temperatura y nivel de tanque de llenado.	1.30
2	OPERADOR LLENADORA	Ajuste de válvulas	- Calibración de las válvulas	2.30
3	OPERADOR LLENADORA	Activación de la máquina	- Inicio del proceso de etiquetado.	3.00
4	OPERADOR LLENADORA	Verificación del volumen	- Confirmación digital del volumen de llenado automático.	2.30
5	OPERADOR LLENADORA	Revisión final	- Asegurar que no presente fugas de goma ni etiquetado inadecuado.	1.00

D) PROCESO DE CODIFICADO

	PROCEDIMIENTO		INS-001	
	PROCESO DE CODIFICADO		FECHA	10/11/2024
			VERSIÓN	00
			PÁGINA	1 de 1
UNIDAD ADMINISTRATIVA	Dirección de la empresa	AREA RESPONSABLE	Jefatura de producción	
OBJETIVO	Establecer las actividades y los pasos correctos a seguir para un óptimo procedimiento de codificado, asegurando un trabajo seguro y eficiente con tiempos adecuados.			
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES				
N°	RESPONSABLE	NOMBRE	ACTIVIDAD	TIEMPO PROMEDIO (MIN)
1	AUXILIAR ROTATIVO	Preparación de codificador	- Encender y configurar de la máquina de codificado según la fecha del día.	2.00
2	AUXILIAR ROTATIVO	Verificación de tinta	- Revisar nivel y calidad de tinta de la máquina de codificado.	1.30
3	AUXILIAR ROTATIVO	Supervisar el proceso	- Asegurar que el código de impresión se realice correctamente.	2.30
4	AUXILIAR ROTATIVO	Revisión de códigos	- Comprobación visual aleatoria del lote de producción impreso.	1.00

E) PROCESO DE COLOCADORA DE ASAS

	PROCEDIMIENTO		INS-001	
	PROCESO DE COLOCACION DE ASAS		FECHA	10/11/2024
			VERSIÓN	00
UNIDAD ADMINISTRATIVA	Dirección de la empresa		PÁGINA	1 de 1
			AREA RESPONSABLE	Jefatura de producción
OBJETIVO		Establecer las actividades y los pasos correctos a seguir para un óptimo procedimiento de colocación de asas, asegurando un trabajo seguro y eficiente con tiempos adecuados.		
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES				
N°	RESPONSABLE	NOMBRE	ACTIVIDAD	TIEMPO PROMEDIO (MIN)
1	AUXILIAR ROTATIVO	Revisión del equipo	- Encender y revisar la máquina colocadora de asas.	2.00
2	AUXILIAR ROTATIVO	Colocación de asas	- Rellenar de asas la tova del ascensor de asas.	1.30
3	AUXILIAR ROTATIVO	Ubicación de botellas	- Alinear la faja transportadora para el ingreso de botellas para la inserción del asa.	2.30
4	AUXILIAR ROTATIVO	Supervisión de colocación de asas	- Verificar que cada asa este correctamente insertada.	2.00

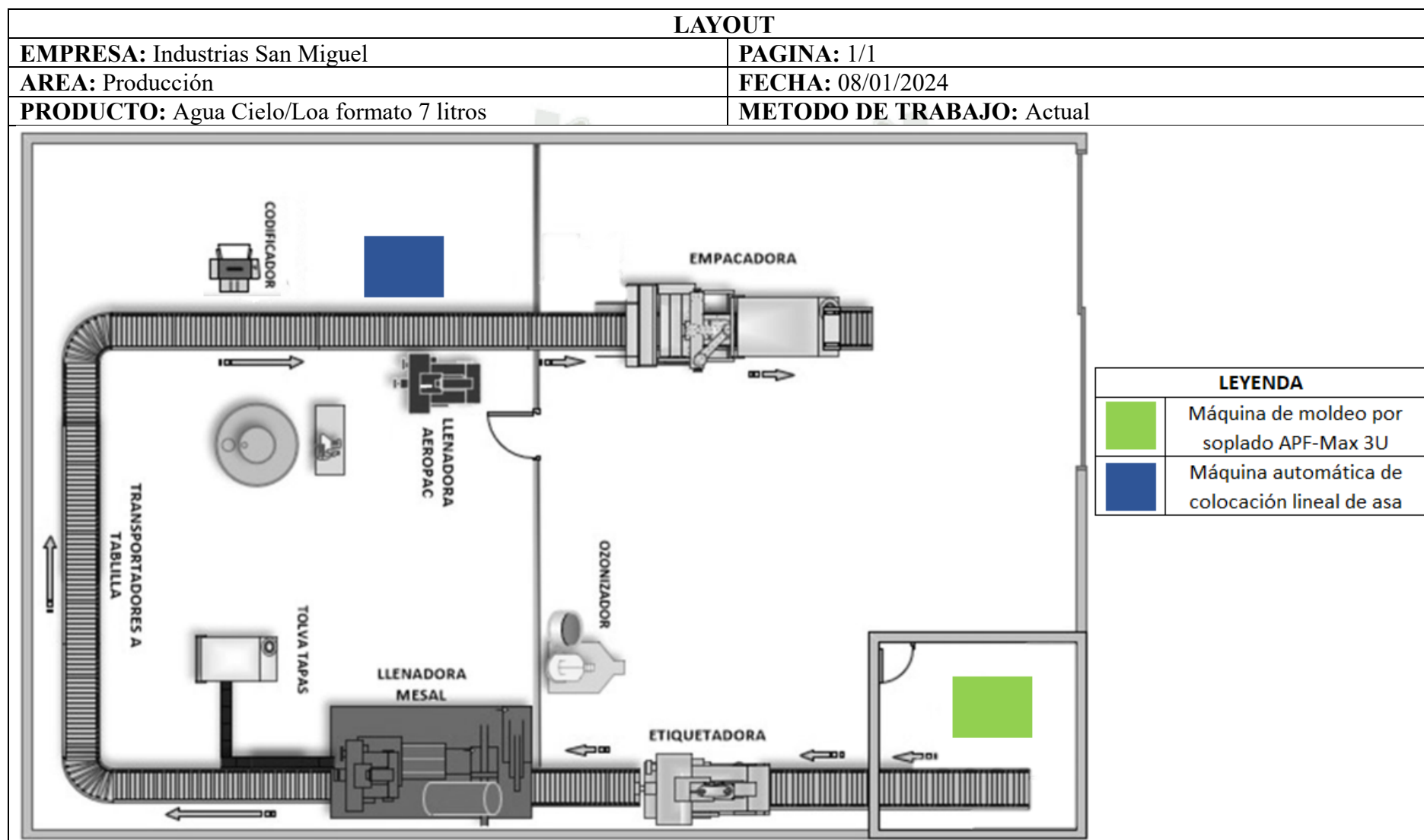
F) PROCESO DE EMPACADO

	PROCEDIMIENTO		INS-001	
			FECHA	10/11/2024
			VERSIÓN	00
		PROCESO EMPACADO	PÁGINA	1 de 1
UNIDAD ADMINISTRATIVA	Dirección de la empresa	AREA RESPONSABLE	Jefatura de producción	
OBJETIVO	Establecer las actividades y los pasos correctos a seguir para un óptimo procedimiento de empacado, asegurando un trabajo seguro y eficiente con tiempos adecuados.			
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES				
N°	RESPONSABLE	NOMBRE	ACTIVIDAD	TIEMPO PROMEDIO (MIN)
1	AUXILIAR ROTATIVO	Preparar la máquina	- Verificar disponibilidad en el área.	2.00
2	AUXILIAR ROTATIVO	Agrupar botellas	- Organizar las botellas en la empacadora.	1.30
3	AUXILIAR ROTATIVO	Empacar producto	- Introducir botellas en la empacadora.	1.00
4	AUXILIAR ROTATIVO	Envoltura y verificación	- Asegurar que los paquetes estén bien agrupados por la lámina termocontraible.	2.00

G) PROCESO DE PALETIZADO

	PROCEDIMIENTO		INS-001	
	PROCESO PALETIZADO		FECHA	10/11/2024
			VERSIÓN	00
			PÁGINA	1 de 1
UNIDAD ADMINISTRATIVA	Dirección de la empresa	AREA RESPONSABLE	Jefatura de producción	
OBJETIVO		Establecer las actividades y los pasos correctos a seguir para un óptimo procedimiento de paletizado, asegurando un trabajo seguro y eficiente con tiempos adecuados.		
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES				
N°	RESPONSABLE	NOMBRE	ACTIVIDAD	TIEMPO PROMEDIO (MIN)
1	AUXILIAR ROTATIVO	Revisión de pallets	- Verificar estado físico y limpieza de los pallets	2.00
2	AUXILIAR ROTATIVO	Apilamiento	- Colocar los productos sobre los pallets en el orden establecido.	4.30
3	AUXILIAR ROTATIVO	Fijar productos	- Envolvimiento con stretch film para estabilizar la carga	1.30
4	AUXILIAR ROTATIVO	Traslado a APT	- Llevar los pallets al área de producto terminado por medio de un montacargas	1.30

ANEXO V: LAYOUT DE LA PROPUESTA (UBICACIÓN DE MÁQUINAS NUEVAS)



ANEXO VI: MÁQUINA DE MOLDEO POR SOPLADO APF-MAX 3U

A) FICHA TÉCNICA

Máquina sopladora automática APF-Max 3U



Producción, bph (para volumen de botella)	hasta 5100 (1,5 l)	hasta 2000 (5 l)	hasta 800 (8 l)
Volumen de botella, L	0,1-3,0	3,0-6,0	6,0-8,0
Número de cavidades de molde	3	2	1
Consumo de aire comprimido, m ³ /min	6	7,3	4,7
Presión de soplado, bar	hasta 40		
Temperatura de líquido refrigerante, °C	7-9		
Tensión de alimentación	400 V, 50/60 Hz		
Consumo real, kW	35		
Dimensiones de la máquina, mm	6160x3050x2930		
Peso, kg	6200		



Configuración
totalmente eléctrica



Sistema de
calentamiento NIR



Molde para soplado
con 1/2/3 cavidades



Opción Hot Fill



Cambio rápido para
otro tipo de preforma



Cambio rápido
de moldes



Calentamiento
preferencial



Compatibilidad con
los moldes rotativos

3. Volteador de cajas con preformas OKP-400.



Propósito:

El volteador está destinado para alimentar la preforma desde la caja hasta el búnker de la máquina de moldeo por soplado levantando la caja y dándole la vuelta parcialmente. La unidad también se utiliza en las condiciones de producción individual y por lotes en las industrias alimentaria, química y producción ligera para mover preformas, productos semiacabados, gránulos, etc. a la altura requerida y al destino apropiado.

Características técnicas principales:

Nombre	Ud. De medida	Valor
Producción nominal	cajas/hora	dependiendo de la producción de la línea
Capacidad instalada	kW	1,1
Tensión de alimentación	V/Hz	220; 50/60
Capacidad de levantamiento	kg	500
Tamaño de la cesta		cumple con los estándares de caja
Altura máxima del borde de la tolva de la sopladora desde el suelo	mm	1391
Dimensiones totales (L / W / H)	mm	2270x2008x2320
Altura máxima en la posición del trabajo	mm	3150

B) COTIZACIÓN

Nº	Nombre	Cant.	Costo, USD
1	El equipo de moldeo por soplado APF-Max 3U:	1	279 900
1.1	La unidad de soplado		
1.2	Sistema de recuperación de aire comprimido		
1.3	Horno de calentamiento		
1.4	Tolva de preformas		
1.5	Orientador de preformas		
1.6	Salida de botella soplada		
1.7	Kit de refacciones		
1.8	Molde para soplado 0,1-2,0 l (3 cavidades)		
1.9	Embalaje de exportación	1	3 135
Total, máquina de moldeo por soplado:			283 035
Opciones:			
2	Molde para soplado 0,1 – 2,0 l (3 cavidades)	1	9 900
3	Molde para soplado 3,0 l (3 cavidades)	1	11 400
4	Molde para soplado 4,0 - 6,0 l (2 cavidades)	1	11 400
5	Molde para soplado 7,0 - 8,0 l (1 cavidad)	1	10 200
6	Volteador de caja con preformas OKP-400	1	15 180
7	Carrito para cambio de molde de soplado para APF-Max 3U	1	2 400
8	Compresor de aceite AF (Bélgica) 40 bar para APF-Max 3U	1	149 000*
9	Unidad enfriadora MTA (Italia) para APF-Max 3U	1	23 000
10	Acceso vía Internet para APF-Max 3U	1	1 270
11	Acondicionadores para PLC y armario eléctrico APF-Max 3U	2	12 650
12	Cambio por otro estándar de preformas	1	5 500
13	Juego de repuestos para 1 año de funcionamiento (para APF-Max 3U)	1	5 200
14	Juego de repuestos para 2 años de funcionamiento (para APF-Max 3U)	1	9 800
Servicio de puesta en marcha, del precio total del equipo:			5 %

ANEXO VII: MÁQUINA AUTOMÁTICA DE COLOCACIÓN LINEAL DE ASA SIMPLE EN CUELLO DE BOTELLA CON UN CABEZAL DE INSERCIÓN MOD. CLAS-1C-I

A) FICHA TÉCNICA

 MOD. CLAS-1C-I		
Pos	Descripción	Cant.
1.1	EQUIPO AUTOMÁTICO DE INSERCIÓN DE ASAS EN BOTELLAS, CON UN CABEZAL Máquina automática de inserción de asas en botellas mediante sistema Pick and Place para la recogida e inserción del asa en la botella, provisto de un cabezal de inserción y mascarilla de sujeción lateral de botella para un envase, modelo MOD. IAS-1C, fabricado con las siguientes características: - Estructura de acero inoxidable construida con tubo de 60x60x2, pintada con pintura texturada de alta calidad. - Carro con cabezal de inserción para cuello de botella de 48 mm. - Conjunto de recogida de asa para su inserción, mediante sistema Pick and Place. - Tajadera neumática de parada de botella. - Juego de mascarilla lateral para la sujeción de botella, provisto de una cavidad y accionado por medio de cilindros neumáticos. - Balizas luminosas de información de estado de la máquina. - Armario eléctrico y pantalla táctil HMI de 7" para el control del sistema y pulsantería de maniobras. - Tensión 230V AC y 50/60 Hz. - Presión de aire entre 6 y 8 kg/cm². - Puertas de PET, con detectores magnéticos de seguridad. - Pies regulables en altura de ±50mm con base de Ø100.	1
1.2	TRANSPORTADOR DOSIFICADOR DE ASAS A MÁQUINA DE INSERCIÓN Transportador de banda para la alimentación de asas a la máquina de inserción y pulmón de acumulación, MOD. TA1.0-1B-SC, con las siguientes características: - Chasis construido con perfiles de aluminio estructurales. - Dimensiones del chasis; longitud 2000mm (78,74"), y ancho 130 mm (5,12"). - Correa superior para evitar atascos en el transportador. - Motor-reductor 0,25CV y 50/60Hz, con convertidor de frecuencia. - Tensión de 230VAC y 50/60Hz. - Estructura de AC. INOX. AISI304 construida con tubo de 60x60x2 - Pies ajustables en altura ±50mm con base de Ø100	1
1.3	DOSIFICADOR DE ASAS CÓNICO POR VIBRACIÓN CON CUBA DE Ø920mm Dosificador de asas cónico por vibración con una cuba de Ø920mm exterior con calle guía para la dosificación de las asas al transportador, sistema de ordenación y aceleración de asas MOD. DACV-Ø920, con las siguientes características: - Cuba cónica construida en acero inoxidable AISI304. - Estructura de tubo de AC. INOX. AISI304 construida con tubo de 80x80x2 con chapón de acero pintado para el soporte de la cuba y placa en AC. INOX. AISI 304 - Convertidor de frecuencia 50/60 Hz, para el control de dosificación de asas al transportador. - Colector de aceleración de asas, con reguladores. - Pies ajustables en altura ±50mm con base de Ø100	1

EQUIPOS OPCIONALES		
Pos	Descripción	Cant.
2	TOLVA DE DOSIFICACIÓN ELEVADORA DE ASAS CON CONTROL DE DOSIFICACION (OPCIONAL) Tolva de recepción y dosificación de asas con sistema de control marcha-paro mediante detección de nivel de llenado de la cuba cónica de vibración MOD. DEA1.0-290-025, con las siguientes características: - Tolva en AC. INOX. AISI 304. - Estructura construida en AC. INOX. AISI 304 - Chasis construido en AC. INOX. AISI 304. - Motor-reductor 0,25CV y 50/60Hz, con convertidor de frecuencia. - Control detección de dosificación de asa a la cuba cónica de vibración. - Banda adherente con paletas de arrastre. - Pies ajustables en altura ± 50mm con base de $\varnothing 100$.	1
3	TRANSPORTADOR DE CHARNELA PLÁSTICA PARA BOTELLAS LLENAS (OPCIONAL) Transportador de charnela plástica para botellas llenas, de longitud 4.000 mm. y anchura 200 mm., con barandas ajustables en altura Mod. TBD4000. Dispone de Motorreductor de 0.25 CV y Convertidor de Frecuencia.	1

SERVICIOS OPCIONALES		
Pos	Descripción	Cant.
4	SERVICIO TÉCNICO EXTERIOR Servicio técnico exterior para la instalación, puesta en marcha y formación del personal encargado del funcionamiento y mantenimiento del equipo en las instalaciones del cliente, se incluye: - Tiempo estimado de 1 técnico especialista de OBTINDU durante 3 días laborables en fábrica y 4 días de viaje. - Incluida formación al personal requerido, en la instalación del cliente NOTA Antes de la llegada del técnico especialista, la máquina debe estar colocada y posicionada en la línea de producción. El cliente debe disponer de los elementos esenciales para la descarga y transporte de la mercancía a su lugar de destino (transpaleta, carretilla elevadora, etc...). Es esencial para la puesta en marcha del sistema que el cliente disponga: - Cableado de instalación eléctrica e instalación de aire comprimido, ambos hasta la máquina, preparados para conectar. - Material necesario y la línea preparada. Si por motivos ajenos a nuestro técnico, no pudiese realizarse las operaciones acordadas y nuestro técnico necesitara algún día más para terminar el trabajo, se facturará por separado (su coste sería de 900 €/día). Los costes estimados del viaje; billetes de vuelos, hotel, dietas y coche de alquiler no están incluidos, se facturará al cliente antes de la salida del técnico para la realización del servicio. Los costes ocasionados por días extras por causas ajenas a OBTINDU, se pasarán al cliente una vez realizado el servicio.	No incluido
5	TRANSPORTE DE MERCANCIA (OPCIONAL) - Ex-Works en la fábrica de OBTINDU, S.L.U. (La Algaba – Sevilla – España)	No incluido
6	EMBALAJE DEL EQUIPO ESPECIAL PARA TRANSPORTE MARÍTIMO (OPCIONAL). Embalaje adecuado paletizable para el transporte del equipo por barco. Consiste en embalaje de cajas con base paletizable de madera con normativa fitosanitaria NIMF-15 para embalajes de comercio internacional. Dentro de la caja la máquina se dispone en bolsa termosellada para el aislamiento de humedades. CONTINÚA...	No incluido

DATOS TÉCNICOS GENERALES			
Alimentación Eléctrica	220 / 230 Vac	Alimentación Neumática	6-8kg/cm ² (87-116 psi)
Ajustable en altura	± 50 mm (2")	Consumo de aire	100 NI/min

MARCAS DE COMPONENTES PRINCIPALES			
Control PLC	SIEMENS/OMRON	Sensores, fotocélulas, etc...	SICK/OMRON
Pantalla táctil	SIEMENS/OMRON	Cámara de Visión Artificial	SICK/OMRON
Variador de frecuencia	SIEMENS	Mandos Eléctricos	SCHNEIDER ELECTRIC
Motores	SIEMENS/AEG	Neumática	SMC

B) COTIZACIÓN

CLAS-1C-I			Cant.
1	1.1	• MÁQUINA DE INSERCIÓN DE ASAS SIST. PICK AND PLACE. MOD. IAS-1C	1
	1.2	• TRANSPORTADOR DOSIFICADOR DE ASAS A MAQUINA INSERCIÓN. MOD. TA1.0-1B-SC	1
	1.3	• DOSIFICADOR DE ASAS CÓNICO POR VIBRACION CON CUBA DE Ø920mm MOD. DACV-Ø920	1
TOTAL OFERTADO			37.160,00 €

Estos son PRECIOS EX WORKS Y CONDICIONES DE ENTREGA OBTINDU: Incluyen la máquina terminada y embalada con film de burbujas lista para la entrega en nuestras instalaciones. No incluye embalaje especial (marítimo, aéreo o carretera), transporte/fletes, seguro, ni instalación, tasa/tarifa de puesta en marcha del servicio ni ningún otro concepto, aquí no especificado, que se cotizan a pedido a continuación;

EQUIPOS OPCIONALES			
2	• TOLVA DE DOSIFICACIÓN ELEVADORA DE ASAS CON CONTROL DE DOSIFICACION Mod. DEA1.0-290-025 (OPCIONAL)	1	7.300,00 €
3	• TRANSPORTADOR DE CHARNELA PLÁSTICA PARA BOTELLAS LLENAS Mod. TBD4000 (OPCIONAL)	1	3.900,00 €

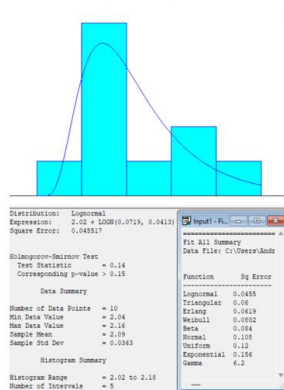
SERVICIO TÉCNICO			
4	• Instalación y puesta en marcha de la máquina por el servicio técnico de OBTINDU en las instalaciones del cliente, por un tiempo estimado de 7 días (8 horas/día); 3 días en fábrica + 4 días de viaje. Billetes de vuelos, estancia y mantenimiento no incluido.	1	5.950,00 €

SERVICIOS OPCIONALES			
5	• Transporte y seguro de viaje	Ex-Works	No Incluido
6	• Embalaje del equipo especial para transporte marítimo.	1	No Incluido

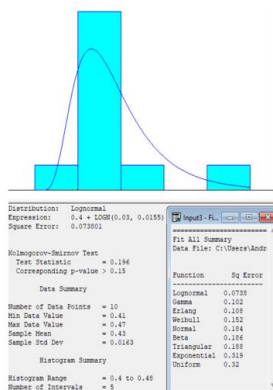
ANEXO VIII: DISTRIBUCIÓN PROBABILÍSTICA DE VARIABLES

PROPUESTA

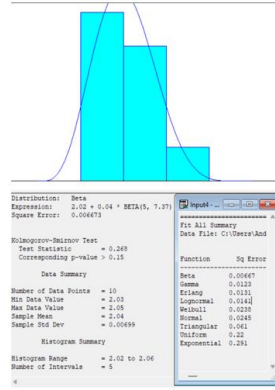
X3: Transporte hacia
máquina etiquetadora



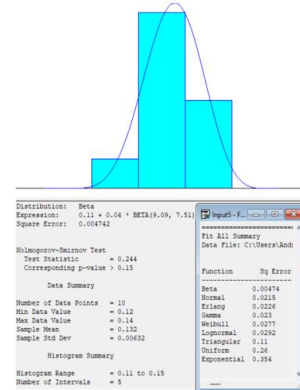
X4: Etiquetado



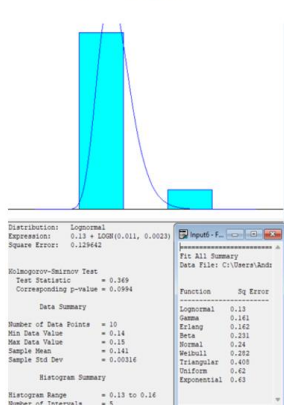
X5: Transporte hacia
máquina llenadora



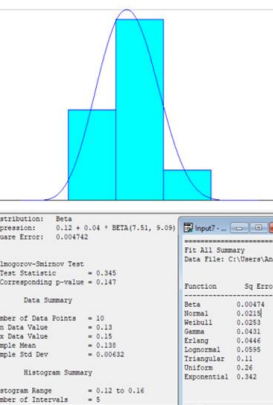
X6: Enjuague



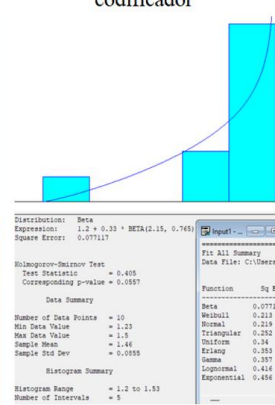
X7: Llenado



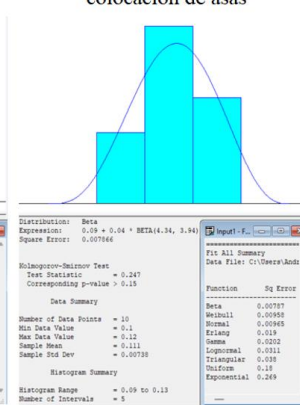
X8: Capsulado



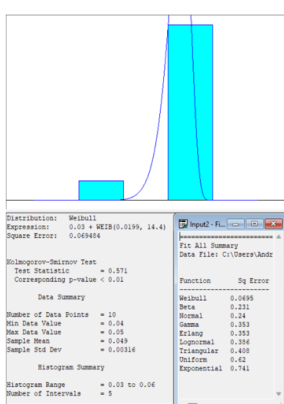
X9: Transporte hacia
codificador



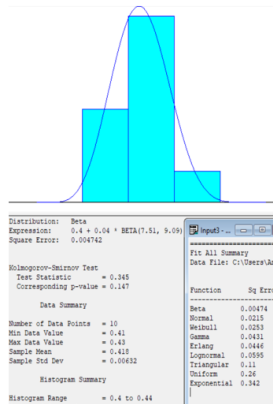
X11: Transporte hacia
colocación de asas



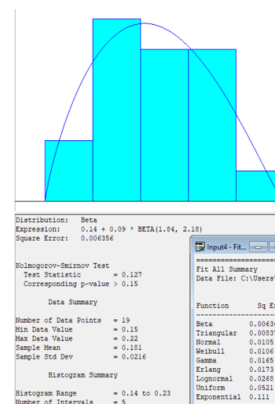
X13: Transporte hacia
empacado



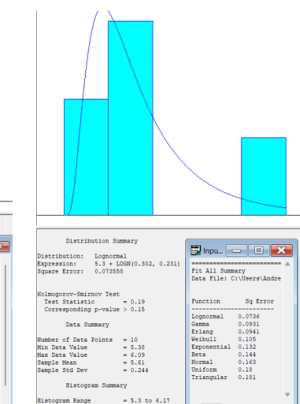
X14: Empacado



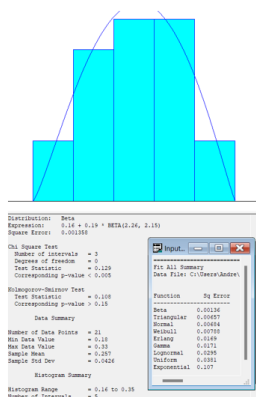
X15: Transporte hacia
paletizado



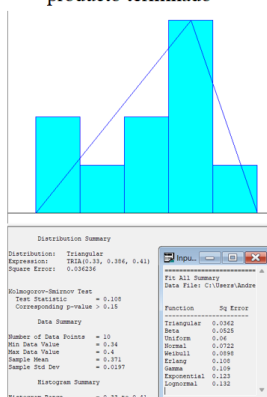
X16: Paletizado



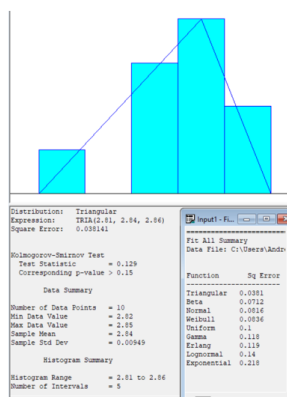
X17: Enfardado



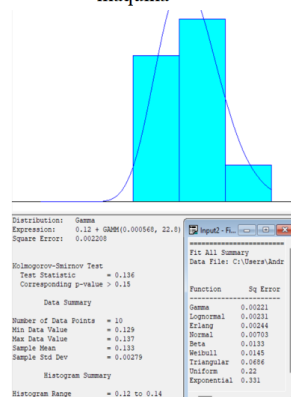
X18: Transporte almacén
producto terminado



X19: Soplado máquina



X20: Colocación de asa
máquina



ANEXO IX: COSTEO DE LA PROPUESTA

A) APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LAS 5'S

MANO DE OBRA				
PERSONAL	CANTIDAD	HORA	COSTO POR HORA	TOTAL
Metodista	1	6	S/ 20.00	S/ 120.00
Inspectores	2	6	S/ 20.00	S/ 240.00
Asistentes	2	6	S/ 20.00	S/ 240.00
Operadores	2	6	S/ 20.00	S/ 240.00
TOTAL				S/ 840.00

MATERIALES	
MATERIAL	COSTO TOTAL
Impresiones	S/ 50.00
Enmicado	S/ 60.00
GESTIÓN VISUAL	
Mural Informativo	S/ 30.00
Ploteo	S/ 40.00
Proyección TV	S/ 10.00
Otros	S/ 20.00
TOTAL	S/ 210.00

CAPACITACIONES				
TEMA	PERSONAL	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
Introducción de las 5's. Conceptos y fundamentos	6	1	S/ 30.00	S/ 180.00
Importancia de las 5's en el lugar de trabajo	6	1	S/ 30.00	S/ 180.00
Implementación de las 5's. Casos prácticos	6	1	S/ 30.00	S/ 180.00
Herramientas y técnicas para aplicar las 5'S	6	1	S/ 30.00	S/ 180.00
TOTAL				S/ 720.00

COSTO TOTAL	
ITEM	MONTO
Mano de obra	S/ 840.00
Materiales	S/ 210.00
Capacitaciones	S/ 720.00
TOTAL	S/ 1,770.00

B) CREACIÓN DEL MANUAL DE ESTANDARIZACIÓN DE OPERACIONES

MANO DE OBRA				
PERSONAL	CANTIDAD	HORA	COSTO POR HORA	TOTAL
Metodista	1	6	S/ 25.00	S/ 150.00
Inspectores	2	6	S/ 25.00	S/ 300.00
TOTAL				S/ 450.00

MATERIALES	
MATERIAL	COSTO TOTAL
Impresiones	S/ 110.00
Enmicado	S/ 50.00
GESTIÓN VISUAL	
Mural Informativo	S/ 30.00
Manual	S/ 40.00
Otros	S/ 20.00
TOTAL	S/ 250.00

CAPACITACIONES				
TEMA	PERSONAL	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
Introducción de manual de estandarización de operaciones	6	1	S/ 30.00	S/ 180.00
Importancia de manual de estandarización de operaciones	6	1	S/ 30.00	S/ 180.00
Implementación de manual de estandarización de operaciones	6	1	S/ 20.00	S/ 120.00
TOTAL				S/ 480.00

COSTO TOTAL	
ITEM	MONTO
Mano de obra	S/ 450.00
Materiales	S/ 250.00
Capacitaciones	S/ 480.00
TOTAL	S/ 1,180.00

C) ADQUISICIÓN DE MÁQUINAS NUEVAS

MANO DE OBRA				
PERSONAL	CANTIDAD	HORA	COSTO POR HORA	TOTAL
Metodista	1	6	S/ 25.00	S/ 150.00
Inspectores	2	6	S/ 25.00	S/ 300.00
TOTAL				S/ 450.00

MATERIALES	
MATERIAL	COSTO TOTAL
Impresiones	S/ 30.00
Enmicado	S/ 40.00
GESTIÓN VISUAL	
Mural Informativo	S/ 30.00
Otros	S/ 20.00
TOTAL	S/ 120.00

CAPACITACIONES				
TEMA	PERSONAL	CANTIDAD	COSTO	TOTAL
Introducción de manual de estandarización de operaciones	6	1	S/ 30.00	S/ 180.00
Importancia de manual de estandarización de operaciones	6	1	S/ 30.00	S/ 180.00
Implementación de manual de estandarización de operaciones	6	1	S/ 20.00	S/ 120.00
TOTAL				S/ 480.00

HERRAMIENTAS Y MÁQUINAS NUEVAS								
TIPO	NOMBRE	CANTIDAD	COSTO	INSTALACIÓN	POTENCIA (KW)	FUNCIONAMIENTO	MANTENIMIENTO	TOTAL
Máquina	Máquina de moldeo por soplado APF-Max 3U	1	S/ 313,950.00	S/ 13,995.00	79	S/ 99,540.00	S/ 1,295.06	S/ 428,780.06
Máquina	Máquina automática de colocación lineal de asa simple en cuello de botella con un cabezal de inserción MOD. CLAS-1C-I	1	S/ 157,591.47	S/ 25,233.30	50	S/ 63,000.00	S/ 45,964.00	S/ 291,788.77
TOTAL								S/ 720,568.83

COSTO TOTAL	
ITEM	MONTO
Mano de obra	S/ 450.00
Materiales	S/ 120.00
Capacitaciones	S/ 480.00
Máquinas nuevas	S/ 720,568.83
TOTAL	S/ 721,618.83

ANEXO X: COSTOS DE LA PROPUESTA (FIJOS)

A) COSTOS DE UTILES DE ESCRITORIO

COSTOS DE UTILES DE ESCRITORIO				
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIDAD	TOTAL
Hojas	Millar	3	S/ 25.00	S/ 75.00
Perforador	Unidad	2	S/ 1.70	S/ 3.40
Lápiceros	Docena	2	S/ 0.60	S/ 14.40
Plumones	Unidad	4	S/ 1.90	S/ 7.60
Cinta Masking (1/2x55 yds)	Docena	1	S/ 7.90	S/ 94.80
Cinta de Scotch (2"x100m)	Docena	1	S/ 13.90	S/ 166.80
Archivadores	Unidad	5	S/ 6.20	S/ 31.00
TOTAL				S/ 393.00

B) COSTOS DE UTENSILIOS DE LIMPIEZA

COSTOS DE UTENSILIOS DE LIMPIEZA				
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIDAD	TOTAL
Escoba	Unidad	2	S/ 16.50	S/ 33.00
Recogedor	Unidad	2	S/ 8.90	S/ 17.80
Jalador	Unidad	2	S/ 14.80	S/ 29.60
Jabón Liquido	Docena	1	S/ 1.90	S/ 22.80
Papel	Docena	2	S/ 13.90	S/ 333.60
Disolvente	Unidad	6	S/ 17.90	S/ 107.40
Alcohol	Unidad	6	S/ 16.80	S/ 100.80
Esponja	Docena	2	S/ 1.40	S/ 33.60
Lija	Docena	2	S/ 0.60	S/ 14.40
Trapos	Docena	2	S/ 6.20	S/ 148.80
TOTAL				S/ 841.80

C) COSTOS DE PERSONAL INVOLUCRADO

COSTOS DE PERSONAL			
PERSONAL	CANTIDAD	COSTO UNIDAD	TOTAL
Jefe de producción	1	S/ 6,000.00	S/ 6,000.00
Planner de producción	1	S/ 4,000.00	S/ 4,000.00
Inspectores de producción	2	S/ 4,500.00	S/ 9,000.00
Notificador	2	S/ 2,000.00	S/ 4,000.00
Asistentes	4	S/ 1,800.00	S/ 7,200.00
Operadores	12	S/ 1,800.00	S/ 21,600.00
TOTAL			S/ 51,800.00

D) DEPRECIACIÓN DE MÁQUINAS

Sopladora			S/ 283,035.00
Tasa de depreciación			10%
Depreciación anual			S/ 28,303.50
Año	Valor	Monto Anual	
1	S/ 283,035.00	S/ 28,303.50	
2	S/ 254,731.50	S/ 28,303.50	
3	S/ 226,428.00	S/ 28,303.50	
4	S/ 198,124.50	S/ 28,303.50	
5	S/ 169,821.00	S/ 28,303.50	

Llenadora			S/ 112,200.00
Tasa de depreciación			10%
Depreciación anual			S/ 11,220.00
Año	Valor	Monto Anual	
1	S/ 112,200.00	S/ 11,220.00	
2	S/ 100,980.00	S/ 11,220.00	
3	S/ 89,760.00	S/ 11,220.00	
4	S/ 78,540.00	S/ 11,220.00	
5	S/ 67,320.00	S/ 11,220.00	

Colocadora de asas			S/ 157,591.00
Tasa de depreciación			10%
Depreciación anual			S/ 15,759.10
Año	Valor	Monto Anual	
1	S/ 157,591.00	S/ 15,759.10	
2	S/ 141,831.90	S/ 15,759.10	
3	S/ 126,072.80	S/ 15,759.10	
4	S/ 110,313.70	S/ 15,759.10	
5	S/ 94,554.60	S/ 15,759.10	

Montacargas			S/ 93,500.00
Tasa de depreciación			10%
Depreciación anual			S/ 9,350.00
Año	Valor	Monto Anual	
1	S/ 93,500.00	S/ 9,350.00	
2	S/ 84,150.00	S/ 9,350.00	
3	S/ 74,800.00	S/ 9,350.00	
4	S/ 65,450.00	S/ 9,350.00	
5	S/ 56,100.00	S/ 9,350.00	

Etiquetadora			S/ 205,000.00
Tasa de depreciación			10%
Depreciación anual			S/ 20,500.00
Año	Valor	Monto Anual	
1	S/ 205,000.00	S/ 20,500.00	
2	S/ 184,500.00	S/ 20,500.00	
3	S/ 164,000.00	S/ 20,500.00	
4	S/ 143,500.00	S/ 20,500.00	
5	S/ 123,000.00	S/ 20,500.00	

Codificador Inkjet			S/ 24,310.00
Tasa de depreciación			10%
Depreciación anual			S/ 2,431.00
Año	Valor	Monto Anual	
1	S/ 24,310.00	S/ 2,431.00	
2	S/ 21,879.00	S/ 2,431.00	
3	S/ 19,448.00	S/ 2,431.00	
4	S/ 17,017.00	S/ 2,431.00	
5	S/ 14,586.00	S/ 2,431.00	

Empacadora			S/ 157,080.00
Tasa de depreciación			10%
Depreciación anual			S/ 15,708.00
Año	Valor	Monto Anual	
1	S/ 157,080.00	S/ 15,708.00	
2	S/ 141,372.00	S/ 15,708.00	
3	S/ 125,664.00	S/ 15,708.00	
4	S/ 109,956.00	S/ 15,708.00	
5	S/ 94,248.00	S/ 15,708.00	

Activos	Depreciación	Inversión	Depreciación Anual
Sopladora	10%	S/ 283,035.00	S/ 28,303.50
Etiquetadora	10%	S/ 205,000.00	S/ 20,500.00
Llenadora	10%	S/ 112,200.00	S/ 11,220.00
Codificador Inkjet	10%	S/ 24,310.00	S/ 2,431.00
Colocadora de asas	10%	S/ 157,591.00	S/ 15,759.10
Empacadora	10%	S/ 157,080.00	S/ 15,708.00
Montacargas	10%	S/ 93,500.00	S/ 9,350.00
TOTAL		S/ 1,032,716.00	S/ 103,271.60



ANEXO XI: COSTOS DE LA PROPUESTA (VARIABLES)

A) COSTOS DE MATERIA PRIMA

COSTO DE PRODUCCIÓN	
ITEM	COSTO POR UNI- DAD
Preforma PET	S/ 1.30
Tapa plástica	S/ 0.20
Asa plástica	S/ 0.25
Agua tratada	S/ 0.10
Etiqueta	S/ 0.15
Tinta Inkjet/Lote	S/ 0.01
Lámina termocontraí- ble	S/ 0.25
Stretch Film	S/ 0.10
TOTAL	S/ 2.36