



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**"REDISEÑO DE LÍNEA DE PRODUCCIÓN Y ALMACENES DE
AGUA EMBOTELLADA DE 20 Litros A TRAVÉS DE LA
METODOLOGÍA DE PLANEACIÓN SISTEMÁTICA DE LA
DISTRIBUCIÓN DE PLANTA"**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

MAGÍSTER EN MEJORAMIENTO DE PROCESOS

Presentada por:

**LUIS FELIPE GUALSAQUÍ TÚQUERES
MIGUEL ANGEL MORENO PAREDES**

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2025

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme en cada paso de este camino, por darme fuerzas en los momentos difíciles y por brindarme la oportunidad de crecer y aprender.

A mi familia, por ser mi pilar; a mis padres, por su esfuerzo y sacrificio, y a mis hermanas, por su apoyo incondicional.

A mis amigos, por su compañía, motivación y por recordarme que los sueños se alcanzan con perseverancia.

A la empresa Gente Oil Ecuador Pte. Ltd., por brindarme la oportunidad de aplicar mis conocimientos y seguir creciendo profesionalmente.

A todos quienes han contribuido a mi desarrollo personal y profesional, mi más sincero agradecimiento.

Luis Felipe Gualsaquí

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con todo mi corazón a mi amada mamita, quien, aunque ya no está físicamente a mi lado, sigue siendo mi guía y mi fuerza en cada paso que doy. Su amor, enseñanzas y ejemplo de lucha me han impulsado a no rendirme y seguir adelante, aun en los momentos más difíciles. Este logro es también suyo.

A mi padre, por su amor, esfuerzo y sacrificio. Por enseñarme el valor del trabajo duro, la disciplina y la perseverancia.

A ambos, con amor infinito.

Luis Felipe Gualsaquí

AGRADECIMIENTO

A todos quienes aportaron y estuvieron presentes con su conocimiento y motivación para hacer posible este trabajo.

Miguel Moreno Paredes

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, por su apoyo incondicional, motivación constante y por ser mi fuente de fortaleza. A mi mamá, por enseñarme a perseverar y nunca rendirme.

En especial, a Miguel Elías, por ser esa fuerza motora que me empuja a no rendirme. Gracias por enseñarme cada día cosas nuevas. Este logro es un reflejo del esfuerzo y disciplina.

Miguel Moreno Paredes

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

**Oscar Omar Calero M., Msc.
DIRECTOR DE PROYECTO**

**Ines Bartolome Carlos., PhD.
VOCAL**

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este proyecto de titulación, nos corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

Luis Felipe Gualsaquí Túqueres

Miguel Angel Moreno Paredes

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo optimizar la línea de producción y los almacenes de agua embotellada en bidones de 20 litros mediante la aplicación de la metodología de planeación sistemática de la distribución de planta y la simulación con el software Flexsim. Actualmente, la planta enfrenta problemas de productividad debido a tiempos de espera prolongados, traslados redundantes y cuellos de botella en el punto de armado del lote, lo que afecta negativamente su eficiencia operativa.

La investigación inició con un análisis detallado del proceso productivo, identificando las relaciones entre actividades y flujos de materiales. Se desarrollaron diagramas de relaciones y se calculó el espacio necesario para mejorar la disposición de las áreas productivas, incorporando una línea adicional de envasado. Posteriormente, se diseñaron dos propuestas de layout basadas en criterios de interacción y ergonomía, las cuales fueron simuladas y evaluadas en Flexsim para validar su impacto en la reducción de movimientos redundantes y tiempos improductivos.

La metodología de planeación sistemática de la distribución de planta, conocida por su enfoque estructurado para resolver problemas de distribución de planta, permitió identificar las interacciones críticas entre áreas, optimizar los recursos disponibles y proponer diseños de planta escalables, alineados con la visión de la empresa de aumentar su competitividad en el mercado local.

Los resultados esperados incluyen una reducción del 30% en los tiempos de transporte y espera, un aumento en la velocidad de paletizado y una mejora en la eficiencia general del sistema. Además, se plantea un diseño que permita futuras ampliaciones verticales para responder a un crecimiento proyectado en la demanda.

Este enfoque integral no solo busca resolver los problemas actuales, sino también establecer una base sólida para la mejora continua y la implementación futura de sistemas de gestión de calidad.

Palabras claves: PLANEACIÓN SISTEMÁTICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA (SLP), Flexsim, Optimización, tiempos de espera, eficiencia operativa, competitividad, Agua embotellada.

ABSTRACT

This project aims to optimize the production line and warehouses for 20-liter bottled water by applying systematic layout planning methodology and simulation using Flexsim software. Currently, the plant faces productivity issues due to long waiting times, redundant transfers, and bottlenecks at the batch assembly point, negatively impacting its operational efficiency.

The research began with a detailed analysis of the production process, identifying relationships between activities and material flows. Relationship diagrams were developed, and the necessary space was calculated to improve the layout of production areas by incorporating an additional bottling line. Subsequently, two layout proposals were designed based on interaction and ergonomics criteria, which were simulated and evaluated in Flexsim to validate their impact on reducing redundant movements and non-productive times.

The systematic layout planning methodology, known for its structured approach to solving plant layout problems, enabled the identification of critical interactions between areas, optimization of available resources, and the proposal of scalable plant designs aligned with the company's vision to increase its competitiveness in the local market.

The expected results include a 30% reduction in transportation and waiting times, an increase in palletizing speed, and an overall improvement in system efficiency. Additionally, a design is proposed that allows for future vertical expansions to accommodate projected demand growth.

This comprehensive approach not only seeks to resolve current issues but also aims to establish a solid foundation for continuous improvement and the future implementation of quality management systems.

Keywords: SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING (SLP), Flexsim, Optimization, waiting times, operational efficiency, competitiveness, Bottled water.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS	IX
CAPÍTULO 1	1
1. GENERALIDADES	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Problema por resolver	5
1.3. Objetivos	7
1.3.1. General:	7
1.3.2. Específicos:	7
1.4. Metodología	7
CAPÍTULO 2	10
2. METODOLOGIA	10
CAPÍTULO 3	21
3. RESULTADOS	21
CAPÍTULO 4	24
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	24
4.1. Conclusiones	24
4.2. Recomendaciones	25
BIBLIOGRAFÍA	26
ANEXOS	27
Anexo 1: Diagrama de flujo general del proceso de Planta Embotelladora Agua	28
Anexo 2: Diagrama OTIDA- Bidones de 20 L	29
Anexo 3: Diagrama OTIDA- Botellas de 0.6 L	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Layout Planta Embotelladora Agua	1
Figura 1.2 Histórico de producción Planta Embotelladora Agua	2
Figura 1.3 Equipos, materiales sin utilizar	2
Figura 1.4 Líneas de embotellados	3
Figura 1.5 Área de almacenamiento y despacho	4
Figura 1.6 Producción de Botellones de 20 L en la planta Embotelladora Agua	5
Figura 1.7 % Tiempo/Producto/Fase/Lote en la planta Embotelladora Agua.	6
Figura 1.8 Ejemplo de relationship chart	8
Figura 1.9 Diagrama Relacional de Recorridos y Actividades definitivo	9
Figura 2.1 Proceso Planta embotelladora de agua	10
Figura 2.2 Diagrama relacional de espacio	14
Figura 2.3 Alternativas de distribución en planta	15
Figura 2.4 Simulación de situación actual	17
Figura 2.5 Simulación de la alternativa 2	18
Figura 2.6 Proceso FUTURO Planta embotelladora de agua	19
Figura 2.7 Distribución de planta FUTURA	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Identificación de operaciones de la línea de producción	11
Tabla 2.2 Diagrama relacional de actividades	12
Tabla 2.3 Espacio necesario para la planta	13
Tabla 2.4 Factores y niveles de evaluación para alternativas	14
Tabla 2.5 Evaluación de alternativas 1 y 2	15
Tabla 2.6 Descripción de elementos usados en Flexsim	16
Tabla 2.7 Ventajas y Desventajas de las estrategias de implementación de la alternativa 2	18
Tabla 2.8 Evaluación de alternativa Futura	20
Tabla 3.1 Área situación actual vs. alternativa 2	21
Tabla 3.2 Tiempos situación actual vs. alternativa 2	21
Tabla 3.3 Flujo de caja de la situación actual Planta embotelladora de agua	22
Tabla 3.4 Flujo de caja Alternativa 2 Planta embotelladora de agua	23

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

La planta procesadora de agua embotellada inició sus operaciones hace tres años, centrada en la producción y comercialización de agua purificada y reestructurada. Su proceso incluye tecnologías avanzadas como ósmosis inversa, ozono, luz ultravioleta, doble filtración con carbón activo y reestructuración molecular, garantizando un producto de alta calidad.

La empresa se ha posicionado en el mercado local gracias a estos estándares, alineados con su visión de ser líder en el mercado de agua embotellada, con productos que impacten positivamente en la salud y la vida familiar. La figura 1.1 muestra el layout actual de la planta procesadora agua embotellada.



Figura 1.1 Layout Planta Embotelladora Agua

Fuente: Autor

Sin embargo, a medida que la demanda ha crecido, la planta enfrenta problemas significativos que afectan su productividad y eficiencia.

Durante el período 2023-2024 el volumen en la línea de envasado de bidones de 20 litros aumentó en un 30%. Este crecimiento ha generado congestión en el área de armado de lotes, causando cuellos de botella, tiempos prolongados de espera y traslados redundantes de materiales.

Estas deficiencias impactan negativamente en los costos operativos y en la capacidad de la empresa para satisfacer la demanda de manera eficiente, figura 1.2.

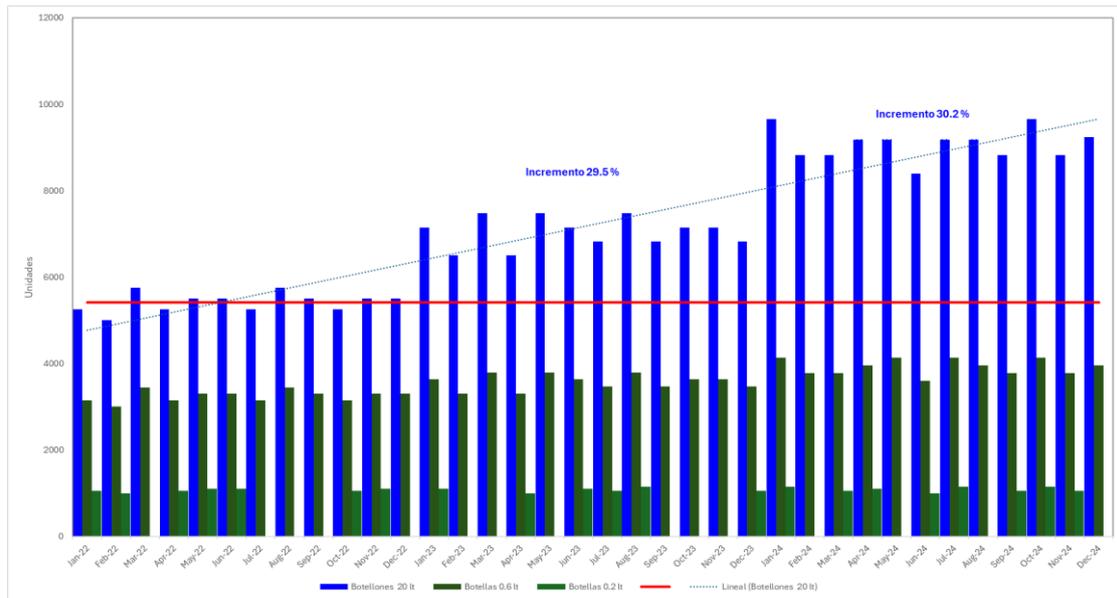


Figura 1.2 Histórico de producción Planta Embotelladora Agua

Fuente: Autor

A pesar de contar con equipos, materiales y una infraestructura parcialmente sin utilizar, la planta no tiene un plan estratégico para optimizar sus procesos y reducir las ineficiencias mencionadas. Esto limita su capacidad operativa y su competitividad en un mercado que demanda rapidez y eficiencia en la producción.

Además, la ausencia de un diseño adecuado en las áreas de producción y almacenamiento dificulta un flujo óptimo de materiales, afectando la velocidad de operación y la calidad del servicio al cliente, figura 1.3.



Figura 1.3 Equipos, materiales sin utilizar

Fuente: Autor

En este contexto, la aplicación de la metodología PLANEACIÓN SISTEMÁTICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA se presenta como una solución integral para rediseñar la línea de producción y reorganizar las áreas de almacenamiento.

Esta metodología, reconocida por su enfoque en la optimización de distribuciones de planta, permite reducir los tiempos de transporte y espera, alinear los procesos con estándares higiénicos y de calidad, y sentar las bases para implementar un sistema de gestión de calidad (SGC) en el futuro.

Adicionalmente, mediante el software de simulación Flexsim, se validarán las propuestas de rediseño, garantizando su viabilidad y su impacto positivo en la eficiencia operativa.

Actualmente, el área de producción de la planta está estructurada en dos líneas envasadoras adyacentes, cada una con una función específica según el tipo de producto. La primera línea está diseñada para el envasado de agua en formatos pequeños, que incluyen presentaciones de 200 mL, 600 mL. y 1000 mL., orientadas a satisfacer la demanda de consumo individual y familiar. Por otro lado, la segunda línea se enfoca exclusivamente en la producción de botellones de 20 litros, destinados principalmente al uso doméstico y comercial. Esta disposición puede observarse claramente en la figura 1.4, donde se detallan las configuraciones y capacidades de cada línea de producción.

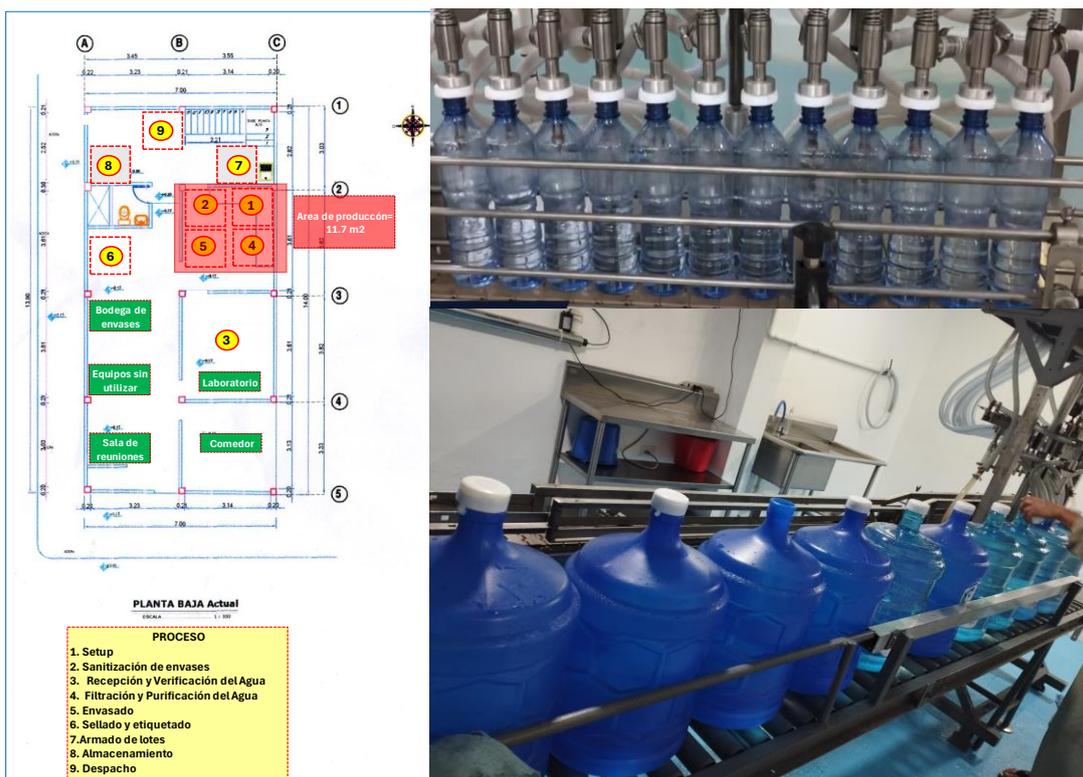


Figura 1.4 Líneas de embotellados

Fuente: Autor

La producción diaria de la planta, operando durante 8 horas con un equipo de 6 personas, alcanza los siguientes volúmenes:

Botellones de 20 litros: Se producen 250 unidades, lo que equivale a 3 lotes, siendo esta la línea de mayor demanda y producción constante.

Botellas de 600 mL: La producción diaria llega a 150 unidades, distribuidas en 3 lotes. Este formato tiene una producción más limitada y es gestionado según los pedidos recibidos.

Botellas de 200 mL: Solo se producen 50 unidades al día, agrupadas en 2 lotes, bajo un esquema exclusivo de producción por encargo.

Por otro lado, el formato de botellas de 1000 mL. no se encuentra actualmente disponible en la oferta de productos debido a la falta de instalación de equipos que están en espera de ser incorporados en la línea de producción. Esta limitación impacta en la capacidad de la planta para diversificar su portafolio y satisfacer una posible demanda de este formato en el mercado, figura 1.5.

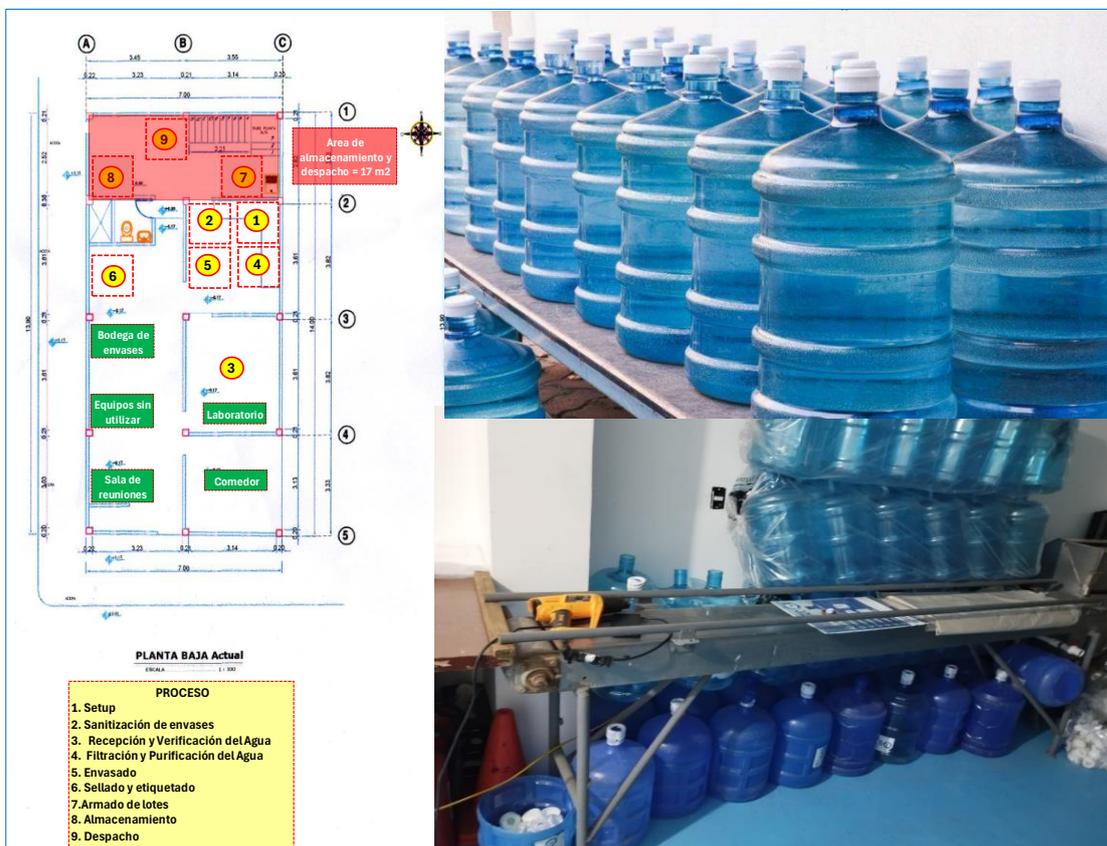


Figura 1.5 Área de almacenamiento y despacho

Fuente: Autor

El proceso de producción de los distintos formatos de agua purificada embotellada en la planta procesadora sigue una secuencia organizada, como se detalla en el flujo de proceso representado en el anexo 1. Este flujo incluye las etapas específicas para cada línea de producción, adaptadas a los formatos actuales: Botellones de 20 litros, botellas de 600 mL, botellas de 200 mL.

Este proyecto no solo busca resolver los problemas actuales, sino también posicionar a la empresa para un crecimiento sostenible a largo plazo, con un diseño que contemple incrementos en la capacidad operativa y la demanda futura.

1.2. Problema por resolver

La planta procesadora de agua embotellada enfrenta congestión en la línea de envasado de botellones de 20 litros, debido a un aumento del 30% en la producción durante 2023-2024, figura 1.6. Este incremento ha generado cuellos de botella, tiempos de espera y traslados redundantes de materiales en el área de armado de lotes, debido a las diferentes presentaciones del producto, afectando la eficiencia operativa. A pesar de contar con infraestructura subutilizada, la planta carece de un plan estratégico para optimizar sus procesos.

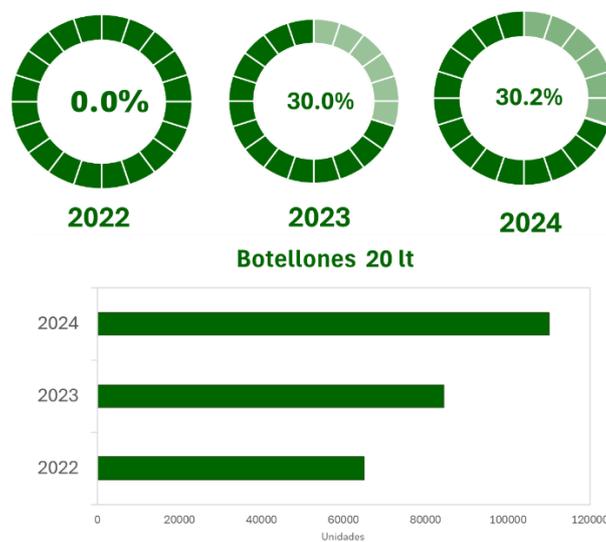


Figura 1.6 Producción de Botellones de 20 L en la planta Embotelladora Agua

Fuente: Autor

La aplicación de la metodología PLANEACIÓN SISTEMÁTICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA (SLP) permite rediseñar la línea de producción, reubicar áreas y optimizar el flujo de materiales, lo que reduce tiempos de transporte y mejora la capacidad operativa para satisfacer la demanda.

Basado en el diagrama de flujo general del proceso de la Planta Embotelladora de Agua Anexo 1, el proceso de producción de los distintos formatos de agua puede resumirse en tres fases principales:

Fase 1: SET UP (Preparación del sistema de producción)

En esta fase se preparan los equipos y sistemas para la producción mediante la limpieza y desinfección exhaustiva. Se dosifica y recircula solución de limpieza por los equipos, se purgan los residuos y se realiza un enjuague con agua potable. Finalmente, se verifica que la línea esté completamente higienizada para garantizar un ambiente libre de contaminantes al iniciar la producción.

Fase 2: SANITIZACIÓN DE ENVASES

Esta etapa asegura la limpieza, desinfección de los bidones y botellas con distintos formatos 600 mL, 200 mL., y sus respectivas tapas. De forma manual, los envases y los capuchones son sanitizados para eliminar cualquier residuo o contaminante que pueda comprometer la calidad del producto final.

Fase 3: PROCESO (Producción y finalización del producto)

El proceso comienza con la recepción y verificación de la calidad del agua, seguida de su filtración y purificación para garantizar su potabilidad. Posteriormente, el agua es envasada en bidones y botellas de diferente formato, sellada con tapas desinfectadas, etiquetada y protegida con termo encogibles. Finalmente, los bidones y botellones son agrupados en lotes organizados y almacenados en la bodega de productos terminados, listos para su distribución.

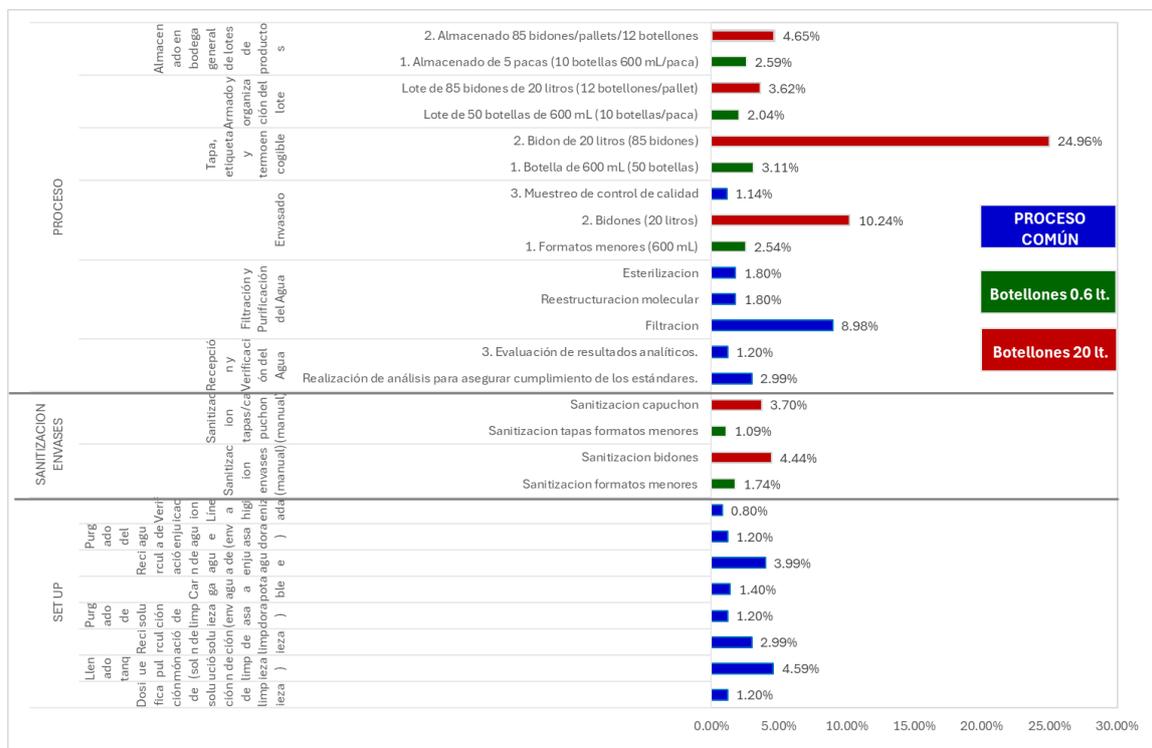


Figura 1.7 % Tiempo/Producto/Fase/Lote en la planta Embotelladora Agua.

Fuente: Autor

De acuerdo con el análisis del proceso, se elaboró la figura 1.7 que permitió identificar las actividades que consumen mayor tiempo dentro del ciclo productivo. Los resultados muestran que las actividades relacionadas con la producción de botellones de 20 litros son las más demandantes en términos de tiempo.

Estas actividades incluyen la sanitización de envases, limpieza de capuchones, envasado, paletizado y almacenamiento. Esto indica que dichos procesos son críticos para la operación y representan áreas clave en las que se debe enfocar la optimización para mejorar la eficiencia y reducir los tiempos operativos.

1.3. Objetivos

1.3.1. General:

Proponer un nuevo Layout para las áreas de producción, utilizando la metodología de PLANEACIÓN SISTEMÁTICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA y simulación con FLEXSIM, para eliminar los tiempos de espera y reducir los tiempos redundantes por transporte, mediante la implementación de una línea adicional de envasado de Botellones de 20 litros.

1.3.2. Específicos:

- Elaborar el diagrama de relaciones del proceso de producción de botellones de 20 litros para determinar el nivel de interacción entre las actividades.
- Calcular el espacio necesario para el área de envasado de botellones de 20 litros y una línea adicional proyectada, asegurando un flujo adecuado de materiales y personas.
- Diseñar dos propuestas de layout para la línea de envasado de botellones de 20 litros, distribuyendo adecuadamente los espacios de trabajo de alta interacción mediante la metodología de PLANEACIÓN SISTEMÁTICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.
- Seleccionar la mejor propuesta de layout a través de una simulación en FLEXSIM, validando la reducción de movimientos redundantes y la eliminación de esperas en un 25%.
- Proponer un diseño de ampliación vertical futura que contemple el aumento proyectado de la demanda durante los próximos 5 años, tanto para los botellones de 20 litros como para las botellas de diferentes formatos (1000 mL., 600 mL y 200 mL).

1.4. Metodología

La metodología que se aplicará en el presente proyecto se fundamenta en la Planeación Sistemática de la Distribución de Planta (SLP), complementada con herramientas de simulación utilizando Flexsim. Este enfoque está diseñado para abordar de manera integral los problemas de congestión y flujos ineficientes identificados en la planta procesadora de agua embotellada.

La Planeación Sistemática de la Distribución de Planta (SLP) permite resolver problemas de distribución de planta, esta utiliza criterios cuantitativos para diseñar una distribución con el fin de aumentar el nivel de productividad y reducir costos (Álvarez Arias, De Ávila Moore, & Hurtado Rivera, 2022); cuenta con 3 etapas fundamentales: análisis, investigación y proceso de selección (Haryanto , Hisjam, & Yew, 2021).

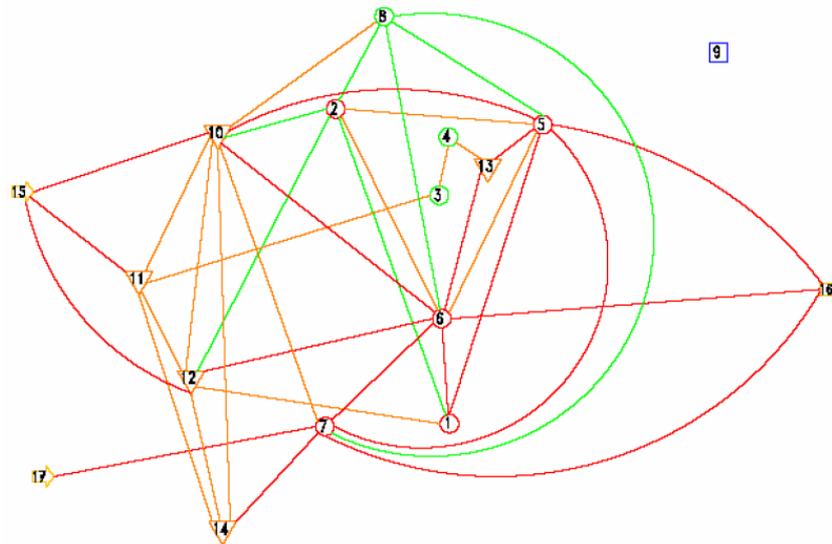


Figura 1.9 Diagrama Relacional de Recorridos y Actividades definitivo

Fuente: (González Forastero, 2007)

- 5) **Definición del espacio requerido y disponibilidad:** Cuantifica la cantidad requerida por personas, equipos, pasillos, etc. Adicional de definir el espacio disponible para el nuevo diseño de planta.
- 6) **Desarrollo del diagrama relacional de espacios:** Similar al diagrama de relaciones de actividades, pero gráficamente dimensionado a escala con sus respectivas líneas de interacción.
- 7) **Evaluación de alternativas y selección:** Selecciona la mejor opción de layout, en cuanto a costos de manejo de material. Costo que incurre por el movimiento de material o bienes considerando el salario del operador (Haryanto , Hisjam, & Yew, 2021).

Sumado a esto, (Suhardini, Septiani, & Fauziah, 2017) en su trabajo " Design and Simulation Plant Layout Using Sytematic Layout Planning" por sus siglas en inglés, concluyeron que mediante el uso de la herramienta SLP pudieron incrementar la capacidad de producción en un 37.5% y reducir los costos de manejo de materiales en un 10.98% respecto del layout inicial.

La verificación de las propuestas de layout se realizarán mediante una simulación con el software Flexsim Versión 24.1.1. Para (Azarian, Yu, & Solvang, 2021) el software FLEXSIM proporciona una plataforma de modelado completo; potenciado por módulos concretos y conexiones explícitas útiles, para la simulación avanzada en formato 3D de eventos discretos (DES) por sus siglas en ingles.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGIA

Para garantizar un diseño eficiente de la línea de producción y el almacén de agua embotellada, se realizó un levantamiento exhaustivo del proceso actual en la planta.

Durante este análisis, se identificaron equipos en desuso debido a una distribución ineficiente del flujo de trabajo, lo que genera tiempos de espera innecesarios y desaprovechamiento de recursos. Asimismo, se determinó una secuencia operativa clara y estructurada para el tratamiento del agua, asegurando que cada etapa del proceso contribuya a la purificación del producto final de manera eficiente.

En la figura 2.1, se presenta un diagrama detallado del proceso, en el que se visualizan las etapas clave, desde la captación del agua hasta su almacenamiento y distribución. Este esquema proporciona una visión clara del flujo de operaciones, permitiendo identificar oportunidades de mejora en la disposición de los equipos y la eficiencia del proceso productivo.

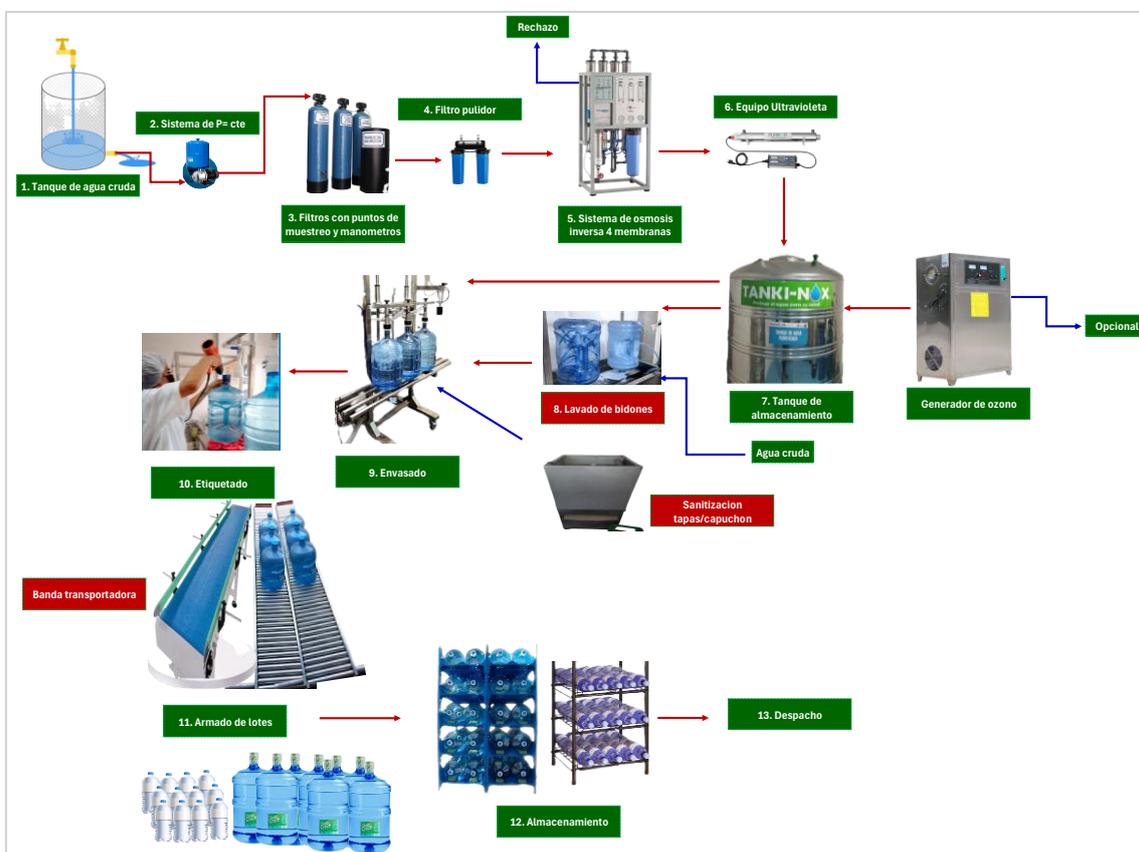


Figura 2.1 Proceso Planta embotelladora de agua

Fuente: Autor

Posteriormente, se realizó un levantamiento detallado de los productos y sus respectivas capacidades de producción dentro de la línea. Se identificaron tres tipos de productos terminados con diferentes presentaciones y niveles de demanda:

Bidones de 20 litros: Representan el producto de mayor demanda, con un flujo constante en la línea de producción.

Botellas de 600 ml: Constituyen el segundo producto en importancia, con una demanda menor en comparación con los bidones de 20 litros.

Botellas de 200 ml: Este tercer producto tiene una demanda mínima y es esporádicamente producido, lo que lo convierte en un producto de baja prioridad dentro del proceso.

El análisis del flujo de producción reveló que los tres productos siguen la misma secuencia operativa hasta la etapa de almacenamiento del agua purificada.

A partir de este punto, el proceso varía dependiendo de la presentación del producto final, ya que cada tipo de envase requiere una línea específica de embotellado, sellado, etiquetado y empaquetado.

Tras completar el levantamiento del proceso, productos y sus respectivas capacidades de producción diaria dentro de la línea, se procedió a elaborar un diagrama de proceso OTIDA para los productos de mayor y menor demanda con el objetivo de clasificar y analizar todas las actividades relacionadas con la operación, transporte, inspección, demora y almacenamiento que ocurren en la línea de producción. Anexo 2 y 3.

Estos diagramas permitieron identificar de manera detallada todas las operaciones que forman parte del proceso de fabricación, proporcionando una visión clara de las actividades realizadas y resaltando las posibles áreas de mejora.

En la tabla 2.1 se describen las áreas específicas destinadas a la purificación del agua, así como los equipos y máquinas asignados a cada operación. Además, se detallan las áreas complementarias dentro de la planta.

Tabla 2.1 Identificación de operaciones de la línea de producción

Área de cada proceso	Capacidad Actual	Área
1. Tanque de agua cruda	160 L	5
2. Sistema de P constante	(10-15) L/min	1.5
3. Filtros con puntos de muestreo y manómetros	(10-15) L/min	3.5
4. Filtro pulidor	(5-8) L/min	1
4.1 Rechazo	(3-6) L/min	3
5. Sistema de osmosis inversa 4 membranas	(25-30) L/min	3
6. Equipo Ultravioleta	(5-10) L/min	1
7. Tanque de almacenamiento	400 L	3.5
7.1. Generador de ozono	(5-10) gr/hr	2
8. Lavado de bidones	5-6 bidones y 8-10 botellas/min	2
8.1. Sanitización de envases inicial	1	2
8.2 Lavado de tapas	100 tapas/min	2
9. Envasado	4-5 bidones y 8-11 botellas /min	3
10. Etiquetado	1-2 bidones /min; 9-10 botellas /min	4
10.1. Banda transportadora	10 bidones- 24 botellas /min	12
11. Armado de lotes	8 lotes de bidones/ 8 lotes de botellas	5
12. Almacenamiento temporal	8 lotes de bidones (1 lote= 85 bidones) / 8 lotes de botellas (1 lote= 50 botellas)	8
13. Despacho	3-5 lotes/hr	4
Bodega	4-8 lotes/hr	4
Sala de reuniones	8 personas	4
Laboratorio	1 muestra cada 15 min	5

Área de cada proceso	Capacidad Actual	Área
Almacén de productos químicos	250 galones	2
Comedor	10 personas	4
Cuarto	2 personas	4
Garita	1 persona	5

Fuente: Autor

La planta cuenta con 93.5 m² destinados a operaciones productivas y áreas complementarias, como bodega, sala de reuniones, laboratorio, almacén de productos químicos, comedor, cuarto y garita.

Dado que las operaciones son similares y comparten equipos, es crucial definir las interacciones entre actividades, circulación de documentos, materiales, personas y servicios auxiliares para optimizar el proceso. Para ello, se elaboró un diagrama relacional de actividades, que muestra la proximidad necesaria entre las áreas según diversos factores.

Estos factores se representan mediante letras, A: Absolutamente necesaria, E: Especialmente importante, I: Importante, O: Importancia ordinaria, U: No importante y X: Indeseable.

Al establecer un factor en la relación de proximidad se debe determinar una justificación de cada interacción, esta justificación se establece como: 1: Contacto directo con personal, 2: Por flujo de materiales, 3: El proceso utiliza el mismo material, 4: Por el flujo de información, 5: Por ruido, polvo y peligro.

En la tabla 2.2 se muestra el diagrama relacional de actividades establecidos en la microempresa de estudio.

Tabla 2.2 Diagrama relacional de actividades

Actividad / Método	1. Tanque de agua calida	2. Sistema de P controlada	3. Filtros	4. Filtro pasteur	4.1. Recetas	5. Cerveza	6. Ultravioleta	7. Tanque de almacenamiento	7.1. Separador de leche	8. Línea de botella	8.1. Sustrato de fermentación	8.2. Línea de lavaje	8.3. Cerveza	9. Dispensa	10. Bandeja transportadora	11. Almacén de botella	12. Almacenamiento temporal	13. Despacho	Bodega	Sala reuniones	Laboratorio	Almacén de productos químicos	Comedor	Cuarto	Garita
1. Tanque de agua calida		A1	A1	A1	B1	A1	B1	A1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1
2. Sistema de P controlada				A1	A1	B1	A1	B1	A1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1
3. Filtros								A1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1	O1
4. Filtro pasteur																									
4.1. Recetas																									
5. Cerveza																									
6. Ultravioleta																									
7. Tanque de almacenamiento																									
7.1. Separador de leche																									
8. Línea de botella																									
8.1. Sustrato de fermentación																									
8.2. Línea de lavaje																									
8.3. Cerveza																									
9. Dispensa																									
10. Bandeja transportadora																									
11. Almacén de botella																									
12. Almacenamiento temporal																									
13. Despacho																									
Bodega																									
Sala reuniones																									
Laboratorio																									
Almacén de productos químicos																									
Comedor																									
Cuarto																									
Garita																									

Fuente: Autor

Al determinar los requerimientos de espacio para cada actividad dentro de la planta, se compara el espacio necesario con el actualmente disponible, como se muestra en la tabla 2.1. Esta comparación permite evaluar el grado de aprovechamiento del espacio y detectar oportunidades de mejora en su uso.

Adicionalmente, la tabla 2.3 detalla los espacios requeridos por área para cada unidad de trabajo, brindando una visión clara de la distribución espacial y los recursos esenciales para optimizar la operación de la planta.

Tabla 2.3 Espacio necesario para la planta

Área de cada proceso	L	A	Área requerida
1. Tanque de agua cruda	2	1.75	3.5
2. Sistema de P constante	1	1	1
3. Filtros con puntos de muestreo y manómetros	2	1.25	2.5
4. Filtro pulidor	1	1	1
4.1 Rechazo	1	1	1.5
5. Sistema de osmosis inversa 4 membranas	1.4	1.5	2
6. Equipo Ultravioleta	1	1	1
7. Tanque de almacenamiento	1.5	1.4	2
7.1. Generador de ozono	1.5	1.4	2
8. Lavado de bidones	2	1	2
8.1. Sanitización de envases inicial	2	1	2
8.2 Lavado de tapas	2	1	2
9. Envasado	1.5	1.5	2.5
10. Etiquetado	1.5	1.4	2
10.1. Banda transportadora	0.6	4	2.5
11. Armado de lotes	1.3	1.5	2
12. Almacenamiento temporal	3	1	3
13. Despacho	1	1.5	2
Bodega	2	2	4
Sala de reuniones	3	1	3
Laboratorio	2	1	2
Almacén de productos químicos	1.5	1.4	2
Comedor	2	2	4
Cuarto	1.75	1.75	3
Garita	1.25	0.6	1

Fuente: Autor

A partir de la información presentada en la tabla 2.3 sobre las dimensiones requeridas por área de la planta y el diagrama relacional de actividades establecidas tabla 2.2, se elabora el diagrama relacional de espacio figura 2.2. Este diagrama permite visualizar la interacción entre actividades dentro de cada área, facilitando la construcción de diversas propuestas de redistribución en la planta.

Las áreas como Bodega, Sala de Reuniones, Comedor y Garita, al tener una relación mínima con las actividades productivas, pueden ubicarse en zonas periféricas de la planta.

Por otro lado, las actividades críticas del proceso, como el sistema de ósmosis, los filtros, el tanque de almacenamiento y el lavado de bidones, deben agruparse en proximidad para optimizar el flujo de materiales y minimizar los tiempos de traslado.

Asimismo, las áreas secundarias, como el laboratorio y el almacén de productos químicos, deben ubicarse estratégicamente para no interferir con la producción, garantizando un diseño eficiente y flexible que facilite la operación y permita futuras expansiones.

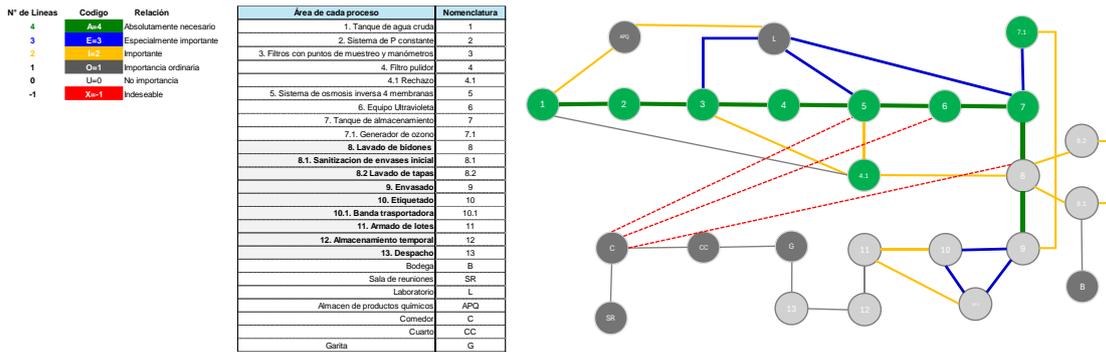


Figura 2.2 Diagrama relacional de espacio

Fuente: Autor

En la selección de la alternativa óptima para la redistribución de la planta, cada opción debe ser evaluada según los factores detallados en la tabla 2.4. Estos factores, esenciales para garantizar una distribución eficiente, han sido establecidos a partir del análisis de las mejores prácticas observadas en otras empresas.

Tabla 2.4 Factores y niveles de evaluación para alternativas

Nivel	Punto	%
Critico	0	25
Regular	1	50
Bueno	2	75
Excelente	3	100

Factores	Ponderación
Flujo de materiales	0.23
Uso óptimo de espacio	0.14
Condición de Seguridad	0.19
Facilidad de control y supervisión	0.18
Facilidad de mantenimiento	0.12
Facilidad de crecimiento	0.14

Fuente: (Álvarez Arias, De Ávila Moore, & Hurtado Rivera, 2022)

Por otro lado, a cada alternativa se le asignarán puntos en función del beneficio que aporta a cada factor, con el objetivo de determinar el margen de contribución (Ecuación 1).

Margen de contribución

$$= Ponderación_i * Puntos_{ij}(i, Factor; j; alternativa) \quad \text{Ecuación 1}$$

A continuación, se presentan dos alternativas de distribución en planta definidos a partir del diagrama relacional de espacio, con estas, se busca definir una redistribución en la planta que optimice el flujo de materiales y garantice condiciones adecuadas de salud y seguridad para los colaboradores en esta microempresa.

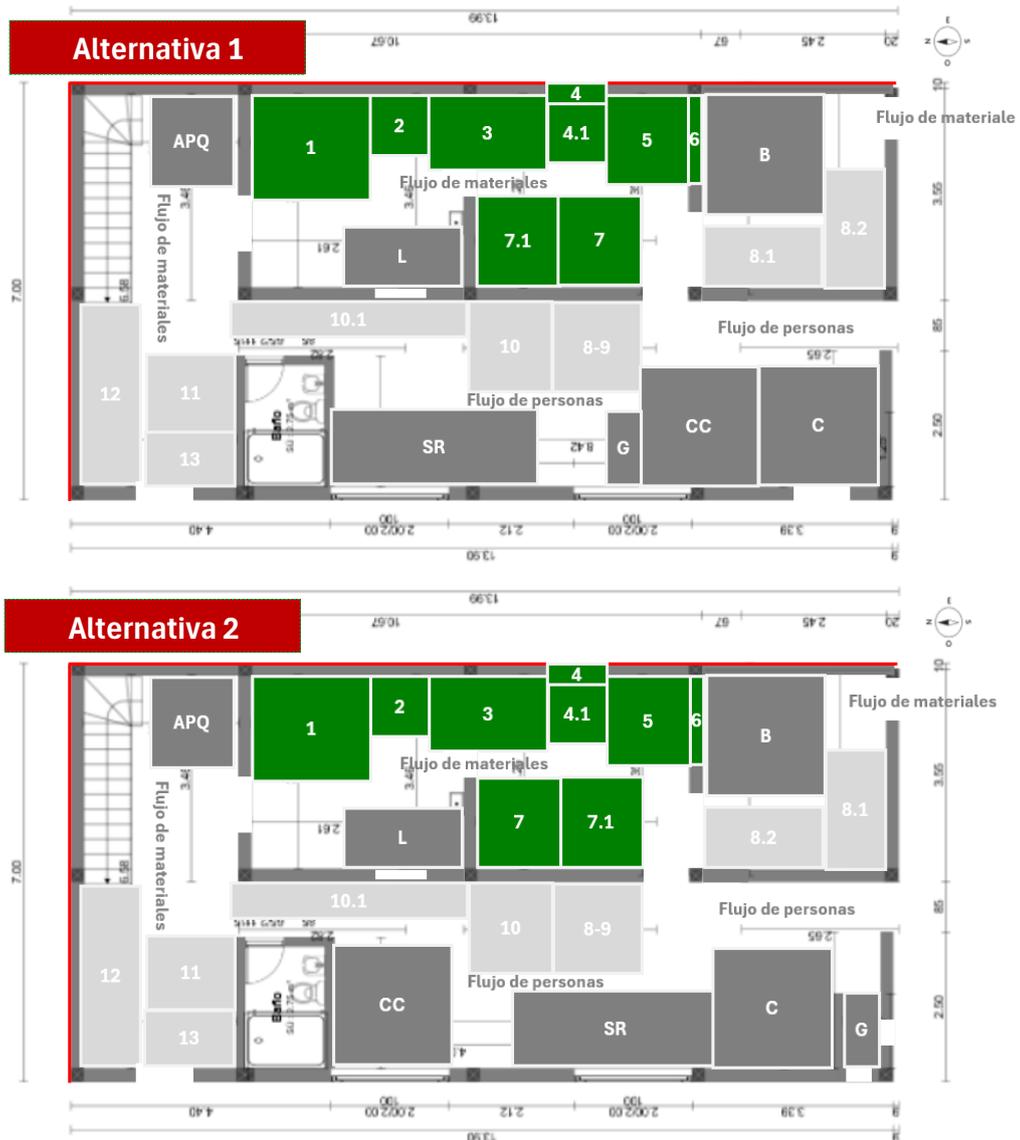


Figura 2.3 Alternativas de distribución en planta

Fuente: Autor

Tabla 2.5 Evaluación de alternativas 1 y 2

Factores	Ponderación	Alternativa 1		Alternativa 2	
		Puntos	Margen	Puntos	Margen
Flujo de materiales	0.23	2	0.46	3	0.69
Uso óptimo de espacio	0.14	2	0.28	3	0.42
Condición de Seguridad	0.19	2	0.38	2	0.38
Facilidad de control y supervisión	0.18	2	0.36	3	0.54
Facilidad de mantenimiento	0.12	2	0.24	2	0.24
Facilidad de crecimiento	0.14	2	0.28	2	0.28
		Total	2.0000	Total	2.55

* Seleccionar mayor margen

Fuente: Autor

La alternativa 2 de distribución en planta presenta mejoras significativas en tres aspectos clave: flujo de materiales, uso eficiente del espacio y facilidad de supervisión. Estas optimizaciones se reflejan en un margen total de 2.55(89%), el cual supera al 2.00(75%) obtenido en la alternativa 1 de distribución, la mejora en relación con la alternativa 1 es 13.75 % más.

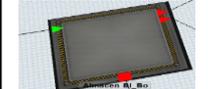
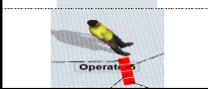
El incremento en la puntuación indica que la distribución ha logrado una mayor eficiencia en la circulación de materiales, minimizando interferencias y optimizando las rutas de transporte dentro de la planta.

Además, el aprovechamiento del espacio se ha optimizado, permitiendo una mejor disposición de las áreas de trabajo.

Por último, la supervisión se ha facilitado, mejorando la visibilidad y el control sobre las distintas zonas operativas.

Con base en estos resultados, se recomienda la implementación de esta nueva distribución, ya que contribuye a una operación más fluida, segura y organizada, favoreciendo tanto la productividad como la seguridad del personal.

Tabla 2.6 Descripción de elementos usados en Flexsim

FIXED RESOURCE TASK		
SOURCE		Genera elementos o ingresos
QUEUE		Almacena elementos temporalmente.
PROCESOR		Procesa elementos con un tiempo definido
COMBINER		Combina varios elementos en uno.
SEPARATOR		Separa un elemento en varios
MULTIPROCESOR		Procesa múltiples elementos simultáneamente.
Converger		Combina múltiples flujos en uno solo
SINK		Elimina elementos del sistema.
FIXED RESOURCE TASK		
DISPATCHER		Asigna tareas o dirige elementos.
OPERATOR		Representa un recurso humano o máquina que realiza acciones.

Fuente: Autor

Posteriormente, se realizó la evaluación mediante una simulación en el software FlexSim, comparando la alternativa más eficiente (alternativa 2) con la situación actual. El objetivo de esta simulación fue demostrar la reducción de movimientos y la eliminación de tiempos de espera. En la tabla 2.6 se presentan los elementos para la simulación de la situación actual y la propuesta de mejora (alternativa 2).

En la figura 2.4 se muestra la situación actual en FlexSim, describiendo el proceso desde la obtención de bidones y botellones, así como de tapas y capuchones, hasta su almacenamiento temporal y posterior despacho. Esta simulación está basada en la producción de un día durante un turno de 8 horas, ya que se considera que la producción mensual se mantiene en un promedio constante.

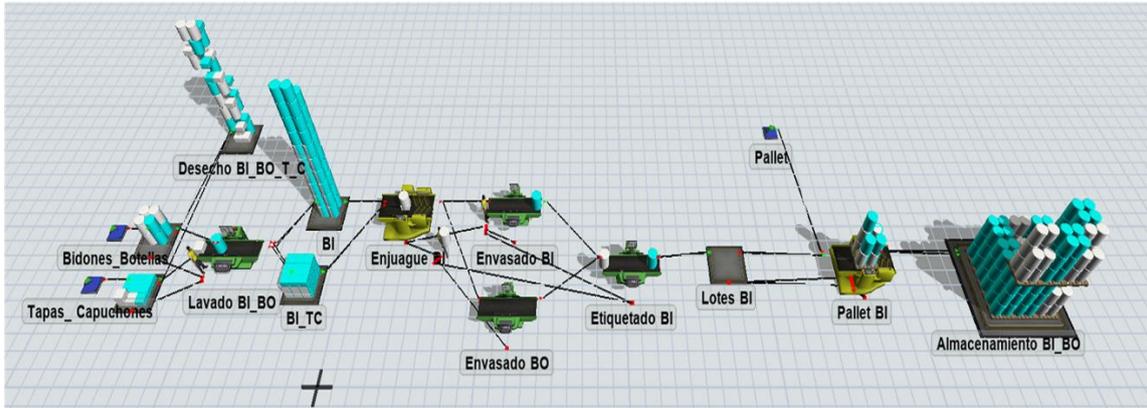


Figura 2.4 Simulación de situación actual

Fuente: Autor

La simulación abarca todas las actividades relacionadas con el envasado y la distribución, ya que representan la parte del proceso que consume más tiempo en la planta. El flujo de este proceso se compone de las siguientes etapas:

- 1) **Recepción de Materiales:** Se obtiene el suministro de bidones y botellones a través de una fuente de entrada, también se reciben tapas y capuchones de manera separada en áreas distintas.
 - 2) **Lavado y Enjuague:** Los bidones y botellones pasan por una estación de lavado (Lavado BI_BO) para su limpieza, al igual que las tapas y capuchones (Lavado TC). Posteriormente, son enviados a estaciones de enjuague (Enjuague BI y Enjuague BO) para garantizar su desinfección.
 - 3) **Proceso de Llenado:** Después del enjuague, los recipientes pasan a la estación de envasado (Envasado BI y Envasado BO), donde se llenan con agua, además el tapado del producto.
 - 4) **Etiquetado:** Luego de ser llenados, los bidones y botellones pasan por la estación de etiquetado (Etiquetado BI y Etiquetado BO), donde se colocan las etiquetas y termo encogible correspondientes.
- Almacenamiento y Despacho:** Una vez etiquetados, son transportados mediante 2 banda transportadora, los bidones y botellones se organizan en pallets (Pallet BI y Pallet BO). Finalmente, los pallets son trasladados a la zona de almacenamiento temporal (Almacenamiento de BI_BO) antes de su distribución.
- 5) **Gestión de Desechos:** Existe una estación de desecho (Desecho BI_BO_T_C) para eliminar los elementos no aptos en el proceso.

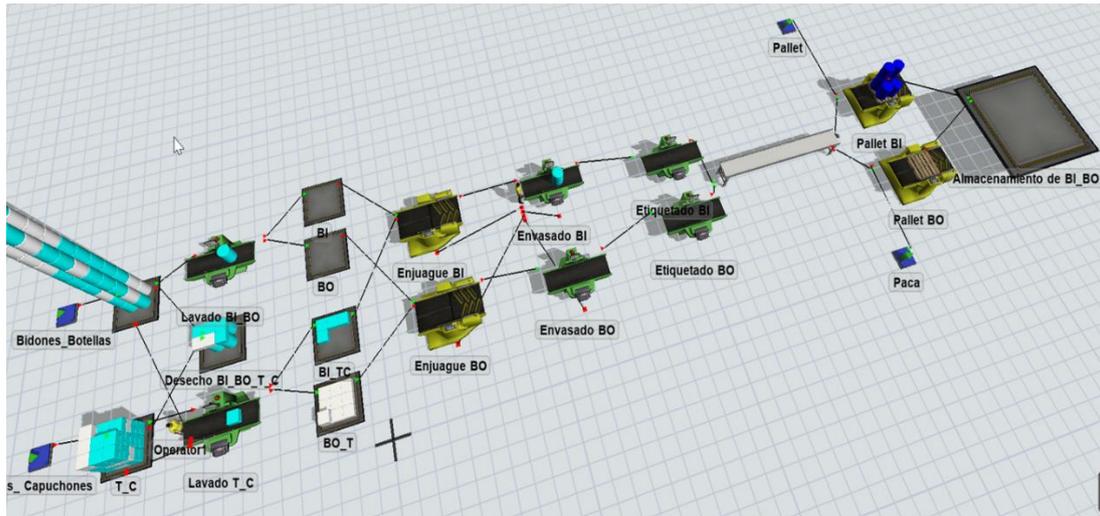


Figura 2.5 Simulación de la alternativa 2

Fuente: Autor

La implementación de la alternativa 2 tendrá una duración estimada de dos semanas. Para minimizar interrupciones en la producción, así evitar pérdidas de ingresos, se han planteado dos estrategias:

Trabajo nocturno: Las modificaciones se realizarán principalmente durante la noche para no afectar las actividades del turno diurno. Si es necesario llevar a cabo alguna tarea crítica durante el día, esta se programará en horarios de menor actividad y en áreas delimitadas, asegurando la continuidad operativa y evitando afectaciones en la producción.

Doble turno con descanso: Se establecerá un esquema de doble turno por un período determinado, permitiendo avanzar más rápidamente en la reconfiguración de la planta. Como compensación, los trabajadores recibirán un día de descanso tras cada período de doble turno.

Tabla 2.7 Ventajas y Desventajas de las estrategias de implementación de la alternativa 2

Trabajo nocturno		Doble turno con descanso	
Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
Permite que la producción diurna continúe sin interrupciones.	Puede generar fatiga en los trabajadores al alterar sus horarios de descanso.	Acelera la reconfiguración de la planta al contar con más horas efectivas de trabajo.	Puede generar mayor desgaste físico y mental en los trabajadores.
Reduce el riesgo de accidentes al separar las actividades de modificación de la operación normal.	La productividad nocturna podría ser menor debido al desgaste físico y menor supervisión.	Permite distribuir la carga laboral entre los trabajadores, evitando excesiva fatiga.	Se requiere una planificación estricta para evitar solapamientos y garantizar descansos adecuados.
Evita pérdidas de producción e ingresos.	Se requiere personal dispuesto a trabajar en horario nocturno, lo que podría no ser aceptado por todos.	No requiere trabajar en horario nocturno, manteniendo el ritmo circadiano de los empleados.	Puede haber resistencia por parte del personal debido al cambio temporal en la jornada laboral.

Fuente: Autor

A futuro (5 años) se plantea una ampliación vertical de la planta, con el objetivo de satisfacer el aumento proyectado de la demanda, tanto para los bidones de 20 litros como para las botellas en diversos formatos (1000 mL, 600 mL y 200 mL).

La ampliación permite una expansión eficiente del área de producción, incorporando nuevos equipos, optimizando la disposición de las líneas de llenado y mejorando las capacidades de almacenamiento.

Además, contemplando la inclusión de nuevas áreas manteniendo la continuidad del proceso actual mejorado, siempre alineado con los requerimientos de demanda futura y el crecimiento esperado en la producción de los formatos existentes, así como la incorporación de nuevos formatos.

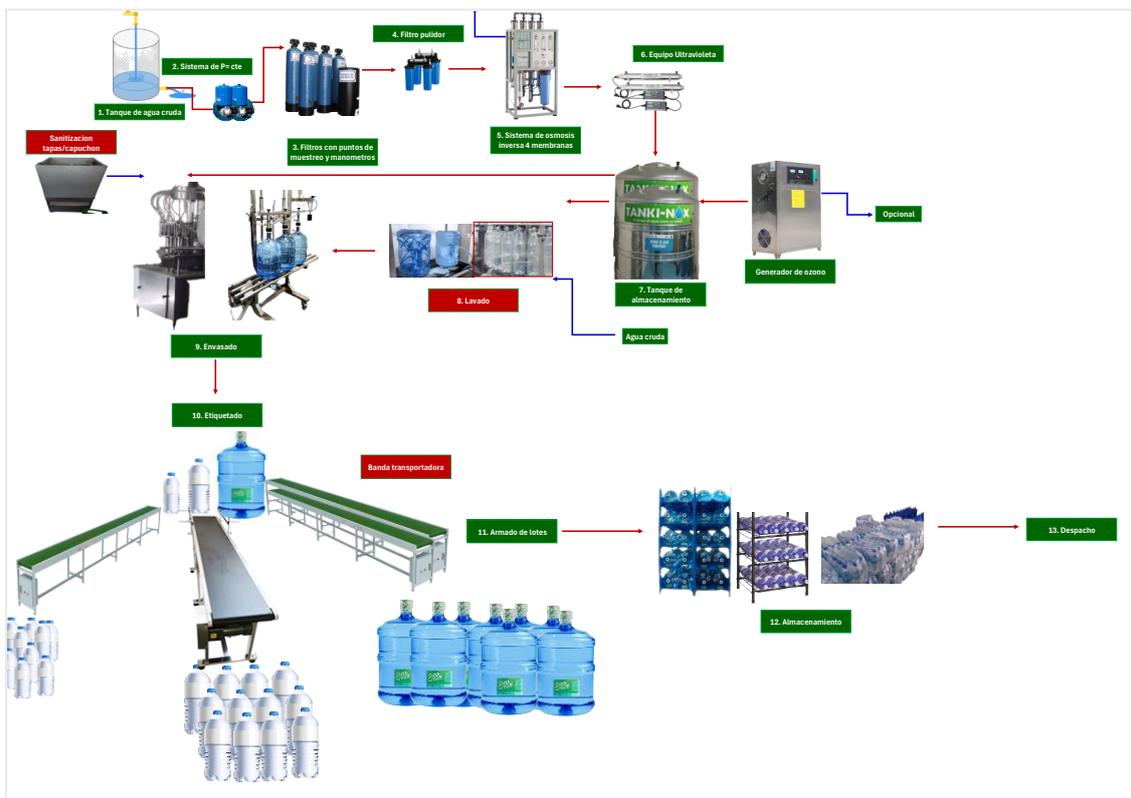


Figura 2.6 Proceso FUTURO Planta embotelladora de agua

Fuente: Autor

A continuación, se presenta la alternativa de distribución futura de la planta figura 2.6, basada en el diagrama relacional de espacio. Esta propuesta optimiza el proceso actual mejorado e incorpora mejoras significativas en la evaluación de aspectos clave, como el flujo de materiales, el uso eficiente del espacio y la facilidad de supervisión, Tabla 2.8.

La alternativa futura de distribución en planta muestra mejoras significativas en todos los factores y niveles de evaluación, alcanzando un margen de 5.6 (97.8%). Estas optimizaciones permiten proyectar la empresa hacia el futuro como una industria consolidada, dejando atrás la categoría de microempresa.

Sin embargo, para materializar esta transformación, se requiere una inversión inicial considerable destinada a una remodelación total de la planta.

Esta inversión abarcaría la reestructuración del espacio productivo, la incorporación de nuevos equipos y la optimización de los flujos operativos, asegurando así una mayor eficiencia y capacidad de producción alineada con la demanda proyectada.

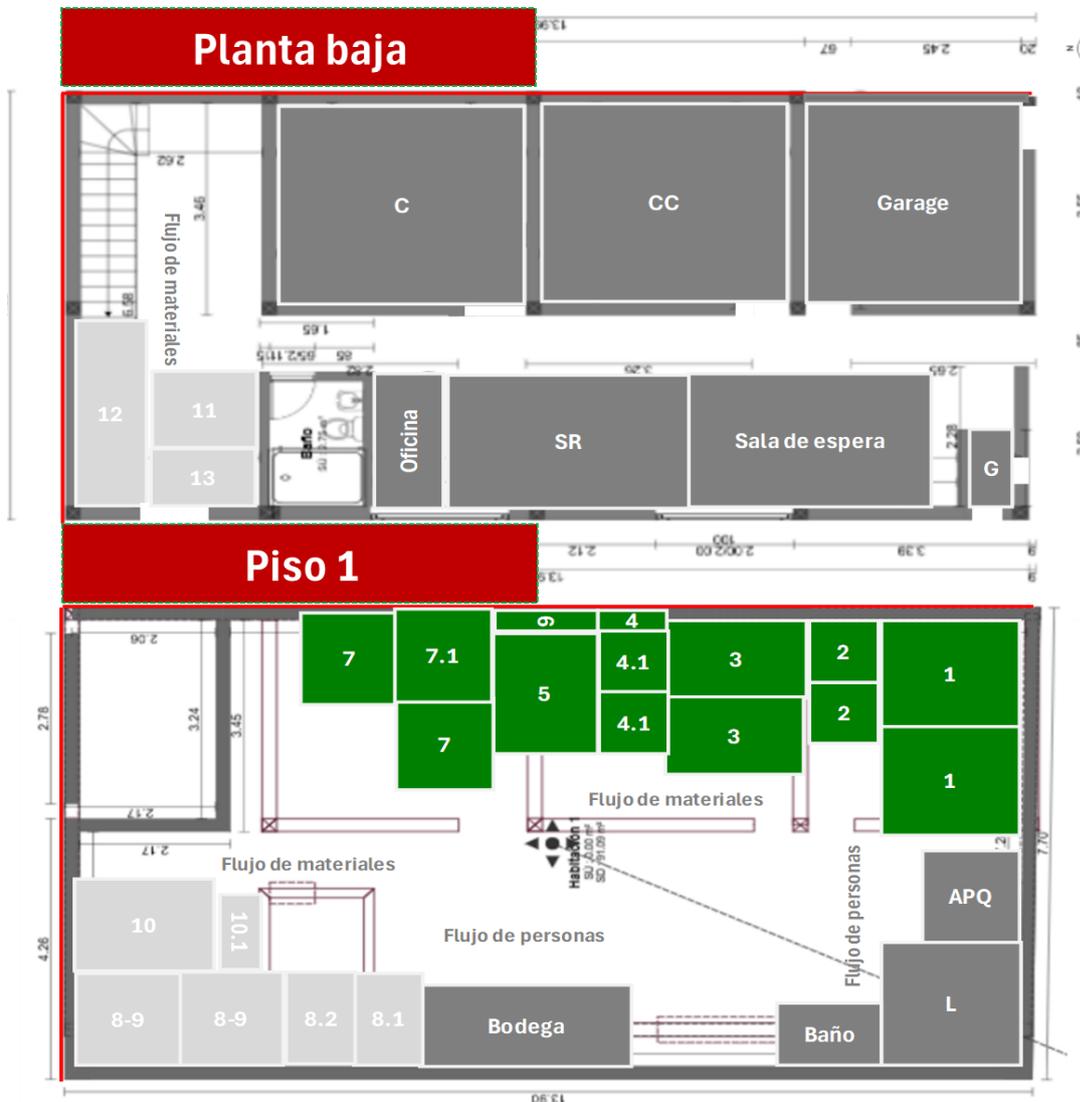


Figura 2.7 Distribución de planta FUTURA

Fuente: Autor

Tabla 2.8 Evaluación de alternativa Futura

Factores	Ponderación	Proyección a futuro
		Margen
Flujo de materiales	0.23	1.38
Uso óptimo de espacio	0.14	0.7
Condición de Seguridad	0.19	0.95
Facilidad de control y supervisión	0.18	1.08
Facilidad de mantenimiento	0.12	0.72
Facilidad de crecimiento	0.14	0.84
		5.6700

Fuente: Autor

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

En relación con los resultados obtenidos durante la etapa de evaluación de la metodología SLP, se determinó que la Alternativa 1 alcanzó una eficiencia del 75 %, mientras que la Alternativa 2 registró un 89 %. Esta diferencia del 14 % a favor de la Alternativa 2 se debe a una mayor interacción entre los procesos, un flujo optimizado de materiales y personal, y una mejora en el monitoreo visual y control del proceso.

La implementación de la Alternativa 2 permite eliminar una posible fuente de accidentes laborales, lo que contribuye a un entorno de trabajo más seguro y eficiente. Por estas razones, se recomienda la selección de la Alternativa 2.

Adicionalmente, se logró una reducción del área ocupada en toda la planta de 38 m², lo que representa una disminución del 41 % en comparación con la situación actual, que ocupa 93.5 m². Este resultado se detalla en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Área situación actual vs. alternativa 2

Item	Actual (m ²)	Alternativa 2 (m ²)	Reducción(m ²)	Reducción (%)
Área de Tratamiento y Purificación de Agua	23.5	16.5	7.0	30%
Área de Envasado y Distribución	42.0	20.0	22.0	52%
Áreas Complementarias	28.0	19.0	9.0	32%
Total	93.5	55.5	38.0	41%

Fuente: Autor

Asimismo, según se aprecia en la tabla 3.2, la implementación de la Alternativa 2 permite una reducción del 35 % en el tiempo del proceso, específicamente en las fases de envasado y distribución.

Tabla 3.2 Tiempos situación actual vs. alternativa 2

Item	Bidones(min/Lote)	Lotes/Turno	Bidones	Reducción (%)
Situación Actual	116.1	3.9	329	31%
Alternativa 2	80.4	5.6	476	

Item	Botellas(min/Lote)	Lotes/ Turno	Botellas	Reducción (%)
Situación Actual	51.8	3.6	180	4%
Alternativa 2	49.9	3.7	186	

Fuente: Autor

Para el análisis financiero se consideraron los siguientes puntos en el flujo de caja:

- 1) Proyección de ventas considerando un incremento anual del 30.2% basado en los datos de los últimos tres años.
- 2) El 70% de la producción corresponde a bidones de 20 litros con un costo de \$2.00 por unidad, mientras que el 30% corresponde a botellas de 0.6 litros con un costo de \$0.35 por unidad.
- 3) La operación actual cuenta con 10 trabajadores, cada uno con un costo mensual de \$570.

- 4) La depreciación anual de los equipos de tratamiento y purificación de agua es de \$12,000.
- 5) El costo unitario de los bidones es de \$2.50.
- 6) El costo de remodelación para la alternativa 2 es de \$5,000.

Las tablas 3.3 y 3.4 presentan el análisis financiero de la situación actual y de la alternativa propuesta para la planta embotelladora de agua

Tabla 3.3 Flujo de caja de la situación actual Planta embotelladora de agua

FLUJO DE CAJA ACTUAL						
	1	2	3	4	5	
VENTAS/INGRESOS	\$ 236,586.00	\$ 241,317.72	\$ 246,144.07	\$ 251,066.96	\$ 256,088.30	
(-) COSTOS DE VENTAS	\$ 144,156.00	\$ 147,928.80	\$ 151,890.24	\$ 156,049.75	\$ 160,417.24	
MATERIA PRIMA(\$)	\$ 75,456.00	\$ 79,228.80	\$ 83,190.24	\$ 87,349.75	\$ 91,717.24	
MANO OBRA DIRECTA	\$ 56,400.00	\$ 56,400.00	\$ 56,400.00	\$ 56,400.00	\$ 56,400.00	
DEPRECIACION DE MAQUINARIA	\$ 12,000.00	\$ 12,000.00	\$ 12,000.00	\$ 12,000.00	\$ 12,000.00	
AMORTIACIÓN GASTO DE CONSTITUCIÓN	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	
(=) UTILIDAD BRUTA	\$ 92,430.00	\$ 93,388.92	\$ 94,253.83	\$ 95,017.20	\$ 95,671.06	
(-) GASTOS OPERATIVO	\$ 294,300.00	\$ 35,322.75	\$ 37,873.69	\$ 40,622.88	\$ 43,586.68	
GASTOS ADMINISTRATIVOS	\$ 7,200	\$ 7,920	\$ 8,712	\$ 9,583	\$ 10,542	
GASTOS GENERALES	\$ 12,000.00	\$ 12,960.00	\$ 13,996.80	\$ 15,116.54	\$ 16,325.87	
GASTO BIDONES	\$ 275,100.00	\$ 14,442.75	\$ 15,164.89	\$ 15,923.13	\$ 16,719.29	
(=) UTILIDAD OPERATIVA	\$ -201,870.00	\$ 58,066.17	\$ 56,380.15	\$ 54,394.33	\$ 52,084.38	
(+/-)INGRESOS/GASTOS NO OPERATIVOS	\$ 15,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
GANANCIA POR VENTA DE ACTIVO FIJO	\$ 15,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Intereses Financieros	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
(=) UTILIDAD ANTES IMPUESTOS Y PT	\$ -186,870.00	\$ 58,066.17	\$ 56,380.15	\$ 54,394.33	\$ 52,084.38	
(-) 15% Participación de trabajadores	\$ -28,030.50	\$ 8,709.93	\$ 8,457.02	\$ 8,159.15	\$ 7,812.66	
(=) Utilidad antes de impuestos	\$ -158,839.50	\$ 49,356.24	\$ 47,923.12	\$ 46,235.18	\$ 44,271.72	
(-) Impuesto a la renta 25%	\$ -39,709.88	\$ 12,339.06	\$ 11,980.78	\$ 11,558.79	\$ 11,067.93	
(=) Utilidad Neta	\$ -119,129.63	\$ 37,017.18	\$ 35,942.34	\$ 34,676.38	\$ 33,203.79	
(+) Amortización de Gastos de constitución	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
(+) Depreciaciones	\$ 12,000.00	\$ 12,000.00	\$ 12,000.00	\$ 12,000.00	\$ 12,000.00	
(+) Cuenta incobrables	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
(+) Pérdida Venta Activo Fijo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
(-) Ganancia venta de activo fijo	\$ 15,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
(-) Capital de Trabajo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
(-) Compra de maquinaria/Material	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
(-) Gasto de Constitución	\$ 1,500.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	
(+) Prestamo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
(-) Amortización del Capital	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
(+) Venta de activo fijo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
(+) Recuperación del capital de trabajo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
(=) Flujo de Caja	\$ -1,500.00	\$ -122,429.63	\$ 48,717.18	\$ 47,642.34	\$ 46,376.38	\$ 44,903.79
VAN=	\$ 9,043.23					
TIR=	19%					

Fuente: Autor

Tabla 3.4 Flujo de caja Alternativa 2 Planta embotelladora de agua

FLUJO DE CAJA ALTERNATIVA 2						
		1	2	3	4	5
VENTAS/INGRESOS		\$ 236,586.00	\$ 310,838.79	\$ 409,053.87	\$ 539,047.64	\$ 711,196.47
(-) COSTOS DE VENTAS		\$ 144,156.00	\$ 169,865.67	\$ 204,710.02	\$ 251,996.92	\$ 316,242.08
MATERIA PRIMA(\$)		\$ 75,456.00	\$ 101,165.67	\$ 136,010.02	\$ 183,296.92	\$ 247,542.08
MANO OBRA DIRECTA		\$ 56,400.00	\$ 56,400.00	\$ 56,400.00	\$ 56,400.00	\$ 56,400.00
DEPRECIACION DE MAQUINARIA		\$ 12,000.00	\$ 12,000.00	\$ 12,000.00	\$ 12,000.00	\$ 12,000.00
AMORTIACIÓN GASTO DE CONSTITUCIÓN		\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00
(=) UTILIDAD BRUTA		\$ 92,430.00	\$ 140,973.12	\$ 204,343.85	\$ 287,050.72	\$ 394,954.39
(-) GASTOS OPERATIVO		\$ 294,300.00	\$ 103,820.70	\$ 125,317.73	\$ 151,640.95	\$ 183,910.94
GASTOS ADMINISTRATIVOS		\$ 7,200	\$ 7,920	\$ 8,712	\$ 9,583	\$ 10,542
GASTOS GENERALES		\$ 12,000.00	\$ 12,960.00	\$ 13,996.80	\$ 15,116.54	\$ 16,325.87
GASTO BIDONES		\$ 275,100.00	\$ 82,940.70	\$ 102,608.93	\$ 126,941.21	\$ 157,043.55
(=) UTILIDAD OPERATIVA		\$ -201,870.00	\$ 37,152.42	\$ 79,026.12	\$ 135,409.76	\$ 211,043.45
(+/-)INGRESOS/GASTOS NO OPERATIVOS		\$ 15,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
GANANCIA POR VENTA DE ACTIVO FIJO		\$ 15,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Intereses Financieros		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(=) UTILIDAD ANTES IMPUESTOS Y PT		\$ -186,870.00	\$ 37,152.42	\$ 79,026.12	\$ 135,409.76	\$ 211,043.45
(-) 15% Participación de trabajadores		\$ -28,030.50	\$ 5,572.86	\$ 11,853.92	\$ 20,311.46	\$ 31,656.52
(=) Utilidad antes de impuestos		\$ -158,839.50	\$ 31,579.56	\$ 67,172.20	\$ 115,098.30	\$ 179,386.93
(-) Impuesto a la renta 25%		\$ -39,709.88	\$ 7,894.89	\$ 16,793.05	\$ 28,774.57	\$ 44,846.73
(=) Utilidad Neta		\$ -119,129.63	\$ 23,684.67	\$ 50,379.15	\$ 86,323.72	\$ 134,540.20
(+) Amortización de Gastos de constitución		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(+) Depreciaciones		\$ 12,000.00	\$ 12,000.00	\$ 12,000.00	\$ 12,000.00	\$ 12,000.00
(+) Cuenta incobrables		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(+) Pérdida Venta Activo Fijo		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Ganancia venta de activo fijo		\$ 15,000.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Capital de Trabajo		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Compra de maquinaria/Material	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Gasto de Constitución	\$ 1,500.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 300.00
(-) Remodelación	\$ 5,000.00					
(+) Prestamo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(-) Amortización del Capital		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(+) Venta de activo fijo		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(+) Recuperación del capital de trabajo		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
(=) Flujo de Caja		\$ -6,500.00	\$ -122,429.63	\$ 35,384.67	\$ 62,079.15	\$ 98,023.72
	VAN=	\$ 83,366.01				
	TIR=	40%				

Fuente: Autor

El análisis financiero basado en los flujos de caja muestra que la alternativa 2 genera una Tasa Interna de Retorno (TIR) incremental del 21%, lo que indica una rentabilidad superior en comparación con la situación actual.

Asimismo, el Valor Actual Neto (VAN) incremental de \$74,322.78 evidencia el beneficio adicional obtenido con una pequeña inversión en remodelación, considerando los ingresos futuros y descontando los costos asociados. Dado que la inversión requerida es baja, la alternativa resulta financieramente atractiva, justificando su implementación.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se logro realizar el diagrama relacional de espacio, lo que permitió visualizar las interacciones entre las actividades de la planta facilitando la toma de decisiones sobre su distribución.

La ubicación de áreas no productivas (bodega, comedor, cuarto, sala de reuniones y garita) en zonas periféricas evitó interferencias con las áreas críticas de producción, optimizando el flujo de materiales y reduciendo los tiempos de traslado.

Además, la correcta ubicación de áreas secundarias, como el laboratorio, bodega y almacén de productos químicos, contribuyo a un entorno de trabajo más ordenado y eficiente, además se calculó el espacio necesario para cada actividad, considerando las dimensiones de los equipos involucrados.

- Se desarrollaron dos propuestas de layout con la metodología PLANEACIÓN SISTEMÁTICA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA.

La Alternativa 1 logró una eficiencia del 75 %, mientras que la Alternativa 2 alcanzó el 89 %, destacando por una mejor interacción entre procesos, un flujo más eficiente de materiales y personal, y un mejor control visual del proceso.

Además, la Alternativa 2 reduce el riesgo de accidentes laborales, mejorando la seguridad en el entorno de trabajo. Por estas razones, se recomienda la Alternativa 2.

- La implementación de la Alternativa 2 reduce el área total ocupada en la planta en 38 m², lo que representa una disminución del 41 % en comparación con los 93.5 m² actuales.

Además, se logra una reducción del 35 % en el tiempo del proceso, especialmente en las fases de envasado y distribución.

- Se desarrollaron dos estrategias para la implementación de la Alternativa 2: trabajo nocturno y doble turno con descanso.

Ambas buscan una ejecución eficiente, minimizando interrupciones y asegurando el cumplimiento de los objetivos productivos, con el fin de evitar pérdidas de ingresos.

- La alternativa 2 genera una Tasa Interna de Retorno (TIR) incremental del 21%, lo que indica una rentabilidad superior en comparación con la situación actual.

Asimismo, el Valor Actual Neto (VAN) incremental de \$74,322.78 evidencia el beneficio adicional obtenido con una pequeña inversión en remodelación, considerando los ingresos futuros y descontando los costos asociados.

Dado que la inversión requerida es baja, la alternativa resulta financieramente atractiva, justificando su implementación.

- La alternativa futura de distribución en planta muestra mejoras significativas en todos los factores y niveles de evaluación, alcanzando un margen de 5.6 (97.8%) de eficiencia.

Estas optimizaciones permiten proyectar la empresa hacia el futuro como una industria consolidada, dejando atrás la categoría de microempresa.

4.2. Recomendaciones

- Continuar con la planificación estratégica del layout, asegurando que las áreas no productivas sigan ubicándose en zonas periféricas y optimizando la disposición de las áreas secundarias para mantener un flujo eficiente y seguro.

Además, realizar una revisión periódica del espacio necesario conforme a las nuevas adquisiciones de equipos.

- Implementar la Alternativa 2, ya que ofrece mayores beneficios en términos de eficiencia operativa, seguridad y control del proceso.

Además, evaluar su rendimiento a lo largo del tiempo y realizar ajustes si es necesario para mantener la optimización continua.

- Monitorear continuamente el desempeño de la planta tras la implementación de la Alternativa 2, con el objetivo de identificar oportunidades adicionales para reducir el área ocupada y mejorar aún más los tiempos de proceso.

Es recomendable evaluar las áreas en las que aún se pueden aplicar mejoras.

- Proceder con la implementación de la Alternativa 2 desde el punto de vista financiero, dada su rentabilidad atractiva.

Asegurarse de que la inversión en remodelación se ejecute de manera eficiente para maximizar los beneficios obtenidos.

- Para la implementación de la alternativa 2 ambas estrategias buscan garantizar una implementación eficiente, reduciendo al mínimo las interrupciones y asegurando el cumplimiento de los objetivos productivos.

- Para la reconfiguración de la planta, se recomienda implementar un esquema de doble turno con períodos de descanso en lugar del trabajo nocturno.

Aunque ambas estrategias buscan una implementación eficiente minimizando interrupciones y garantizando el cumplimiento de los objetivos productivos, el doble turno con descanso representa la opción más equilibrada, ya que optimiza la eficiencia del proceso sin comprometer la salud ni el desempeño de los trabajadores.

- Adoptar la alternativa futura de distribución en planta como estrategia a largo plazo, asegurando que las optimizaciones continúen, adaptándose a las necesidades del mercado y proyectando a la empresa hacia el crecimiento y consolidación.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Arias, D., De Ávila Moore, J., & Hurtado Rivera, J. (21 de 06 de 2022). Aplicación de metodología SLP para redistribución de planta en micro empresa colombiana del sector marroquino: Un estudio de caso. *BILO Vol. 4 No. 1*. Barranquilla, Colombia. doi:<https://doi.org/10.17981/bilo.4.1.2022.11>
- Azarian, M., Yu, H., & Solvang, W. D. (2021). A Simulation-Based Approach for Improving the Performance of a Manufacturing System. Iwaky, Japan. doi:<https://doi.org/10.1109/IEEECONF49454.2021.9382722>
- González Forastero, F. (2007). *Diseño de la Distribución en Planta de las Nuevas Instalaciones del Taller de Equipos Eléctricos de Inabensa*. Sevilla.
- Gozali, L., Widodo, L., Nasution, S., & Lim, N. (2020). *Planning the New Factory Layout of PT Hartekprima Listrindo using Systematic Layout Planning (SLP) Method* (Vol. 847). Batu, Malang, East Java, Indonesia. doi:[10.1088/1757-899X/847/1/012001](https://doi.org/10.1088/1757-899X/847/1/012001)
- Haryanto , A., Hisjam, M., & Yew, W. (2021). Redesign of Facilities Layout Using Systematic Layout Planning (SLP) on Manufacturing Company: A Case Study. *1096*. Indonesia: IOP Publishing Ltd. doi:<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1096/1/012026>
- Suhardini, D., Septiani, W., & Fauziah, S. (2017). Design and Simulation Plant Layout Using Systematic Layout Planning. *277*. Indonesia: IOP Publishing Ltd. doi:<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/277/1/012051>
- Torres, K. J., Florez Peña, L. S., Sánchez, C. W., & Peñaranda, M. C. (03 de 07 de 2020). Metodología SLP para la distribución en planta de empresas productoras de Guadua Laminada Encolada (G.L.G). *25, 2*. Bogotá, Colombia. doi:<https://doi.org/10.14483/23448393.15378>

ANEXOS

Anexo 2: Diagrama OTIDA- Bidones de 20 L

Diagrama OTIDA									
Producto:	Bidones de 20 L		Operación	Numero de Diagrama:				1	
Inicio del proceso:	Dosificación de solución de limpieza		Transporte	Producción:				420 Bidones	
Fin del proceso:	Almacenamiento		Inspección	Lugar:				Línea de producción	
Elaborado:	Luis Felipe Gualsaquí		Demora	Operario:				6	
Fecha:	24/3/2025		Almacenamiento	Método:				Actual	
Descripción	Cantidad (L)	Distancia(m)	Tiempo(min)						Observaciones
Dosificación de solución de limpieza	50	0	2.0	X					Manual
Llenado tanque pulmón (solución de limpieza)	50	0	7.7	X					
Recirculación de solución de limpieza	50	4	5.0	X					
Purgado de solución de limpieza (envasadora)	50	4	2.0	X					
Carga agua potable	50	3	2.3	X					Manual
Recirculación de agua de enjuague	50	3.5	6.7	X					
Purgado del agua de enjuague (envasadora)	50	4	2.0	X					
Verificación Línea higienizada	50	4	1.3			X			Manual
Sanitización bidones	8400	1	7.4	X					Manual
Sanitización capuchon	8400	1.5	6.2	X					Manual
Realización de análisis para asegurar cumplimiento de los estándares.	40	5	5.0			X			Manual
Evaluación de resultados analíticos.	40	5	2.0			X			Manual
Filtración	8400	0.5	15.0	X					
Reestructuración molecular	8400	0.5	3.0	X					
Esterilización	8400	0.5	3.0	X					
Envasado Bidones (20 L)	8400	1	17.1	X					
Muestreo de control de calidad	40	5	1.9			X			Manual
Tapa, etiqueta y termoencogible: Bidon de 20 L (85 bidones)	8400	2	41.7				X		Manual
Armado y organización del lote : Lote de 85 bidones de 20 L (12 botellones/pallet)	7000	4.5	6.0				X		Manual
Almacenado 85 bidones/pallets/12 botellones	6400	5	7.8					X	Manual
Total		54	145.12	13	0	4	2	1	

Fuente: Autor

Anexo 3: Diagrama OTIDA- Botellas de 0.6 L

Diagrama OTIDA									
Producto:	Botellas de 0.6 L		Operación	Numero de Diagrama:		2			
Inicio del proceso:	Dosificación de solución de limpieza		Transporte	Producción:		180 Botellas			
Fin del proceso:	Almacenamiento		Inspección	Lugar:		Línea de producción			
Elaborado:	Luis Felipe Gualsaquí		Demora	Operario:		6			
Fecha:	24/3/2025		Almacenamiento	Método:		Actual			
Descripción	Cantidad (L)	Distancia(m)	Tiempo(min)						Observaciones
Dosificación de solución de limpieza	50	0	2.0	X					Manual
Llenado tanque pulmón (solución de limpieza)	50	0	7.7	X					
Recirculación de solución de limpieza	50	4	5.0	X					
Purgado de solución de limpieza (envasadora)	50	4	2.0	X					
Carga agua potable	50	3	2.3	X					Manual
Recirculación de agua de enjuague	50	3.5	6.7	X					
Purgado del agua de enjuague (envasadora)	50	4	2.0	X					
Verificación Línea higienizada	50	4	1.3			X			Manual
Sanitización formatos menores	108	1	2.9	X					Manual
Sanitización tapas formatos menores	108	1.5	1.8	X					Manual
Realización de análisis para asegurar cumplimiento de los estándares.	40	5	5.0			X			Manual
Evaluación de resultados analíticos.	40	5	2.0			X			Manual
Filtración	108	0.5	15.0	X					
Reestructuración molecular	108	0.5	3.0	X					
Esterilización	108	0.5	3.0	X					
Envasado Formatos menores (600 ml)	108	1	4.2	X					
Muestreo de control de calidad	30	5	1.9			X			Manual
Tapa, etiqueta y termoencogible: Botella de 600 ml (50 botellas)	108	2	5.2				X		Manual
Armado y organización del lote :Lote de 50 botellas de 600 ml (10 botellas/paca)	48	4	3.4				X		Manual
Almacenado de 5 pacas (10 botellas 600 ml/paca)	18	5	4.3					X	Manual
Total		53.5	80.80	13	0	4	2	1	

Fuente: Autor