

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Gran parte de investigaciones sobre sistemas de embotellado se orientan al proceso de llenado de líquido, las mismas van relacionando tecnologías y aspectos técnicos, existen previos trabajos que sirven como base para el planteamiento de este problema identificado; las referencias bibliográficas son obtenidas mediante indagación en internet, libros, artículos, bibliotecas y tesis:

Sánchez Baños Ilse Gabriela de la escuela superior de ingeniería química e industrias extractivas, México 2018, en su tesis “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE ENVASADO DE VINO” para las tres etapas de embotellado empleó un sistema automatizado con un software para modelar los diagramas de funcionamiento para el proceso de llenado controlando el caudal mediante un sensor colaborando a la empresa bajo controles en el proceso de llenado; de esta manera previene el mal manejo de los operarios con respecto a las máquinas y se disminuyó las pérdidas significativas del producto por una incorrecta manipulación y así mismo permite la optimización en este proceso.

Víctor Velasco Choque de la Universidad Mayor de San Andrés, La Paz en el año 2013, en su trabajo dirigido MONTAJE DE UNA NUEVA LINEA DE EMBOTELLADO EN EMBOL S.A. “COCA COLA” desarrolla el diseño de una línea adecuando a las necesidades y requerimientos de la empresa de manera que optimice el proceso productivo, reduciendo el tiempo de producción y minimizando los costos operativos, garantizando el cumplimiento de las normas de seguridad alimentaria, seguridad industrial y salud ocupacional.

Darío Antolín Jiménez de la Universidad Católica Boliviana Tarija, en el año 2021, en su proyecto de grado sobre “PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA PARA EL ENVASADO DE LÍQUIDO CON BAJA VISCOSIDAD”, desarrollo un prototipo con un sistema para controlar el correcto llenado de líquido en las botellas, la finalidad de este proyecto es incrementar la producción de la microempresa

optimizando el tiempo en el proceso de envasado, en base a los requerimientos de la empresa.

Para una eficaz propuesta de sistematización de un proceso se debe tomar en cuenta diferentes aspectos que garanticen el funcionamiento del nuevo diseño, para la estructuración de este trabajo se han considerado los siguientes conceptos como referencia:

(Velasquez Contreras, 2007) menciona: “En el sentido tradicional, un sistema es un conjunto dinámico de elementos y partes entre las cuales existe funcionalidad, se percibe como un todo complejo que está conformado por diversas combinaciones de elementos y partes.”

En los últimos años, la automatización industrial se ha convertido en un medio fundamental para mejorar el rendimiento y eficacia en todos los procesos industriales. Las ventajas son varias, como: aumentar la productividad de los recursos en las actividades manuales, obtener la información de un proceso de manera óptima, transmitir datos en tiempo real y reducir costos de instalación y de los equipos, esto se logra mediante el uso de buses de campo. (Defas & Guzmán, 2018).

Empresa Bodegas “La Victoria” es una fábrica de procesamiento y transformación de bebidas de jugos naturales y bebidas alcohólicas, más específicamente de jugo de uva, variedades de vino, singani, vinagre y demás productos resultantes de la uva.

Planteamiento del problema

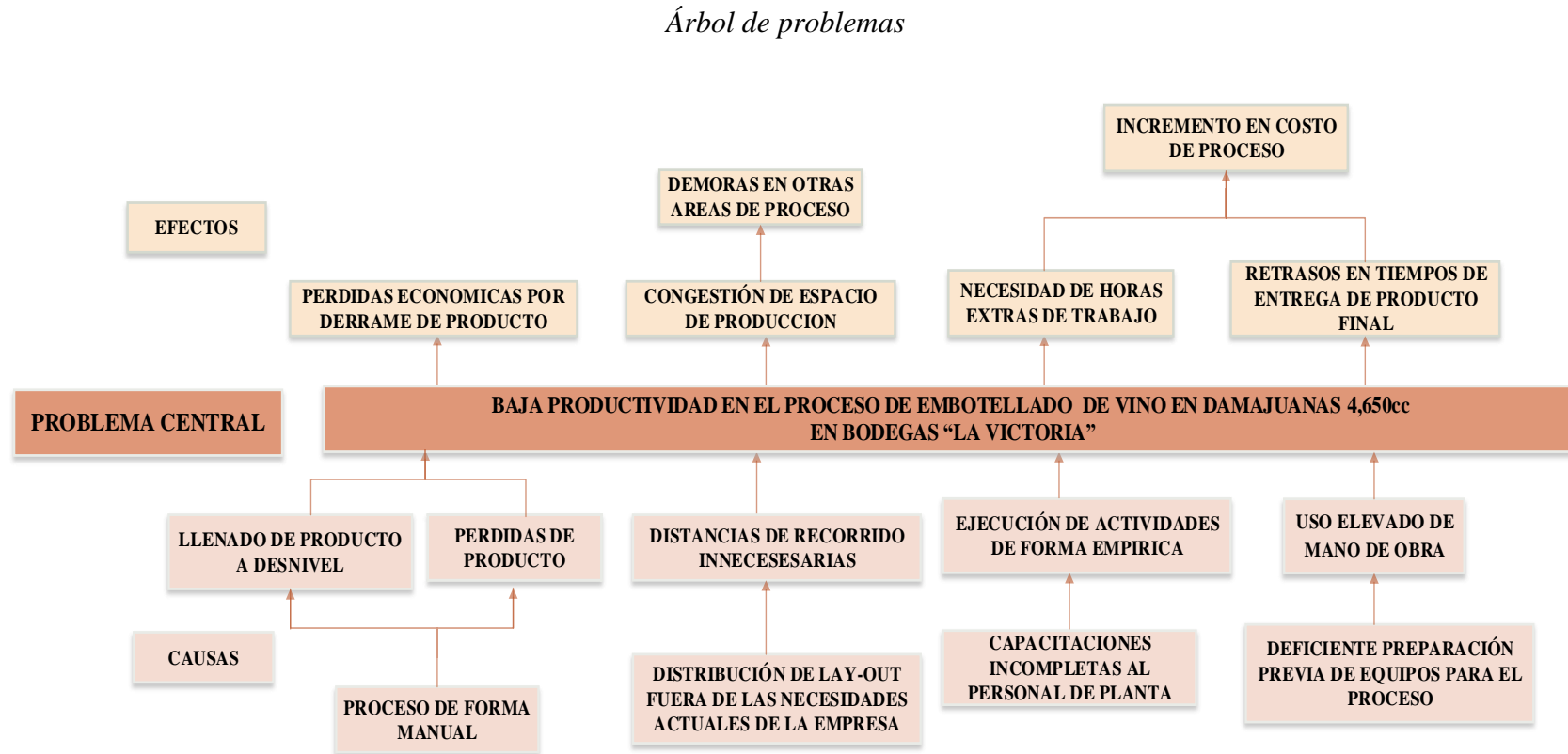
a) Identificación del problema

La demanda en el mercado del sector vitivinícola en Bolivia, en los últimos años, ha incrementado, como consecuencias diversas empresas dedicadas a este sector se ven en la necesidad de mejorar continuamente sus procesos de producción que les permitan ser competitivas, mediante la implementación de sistemas de automatización con tecnologías existentes que cada vez se van incorporando en el mercado.

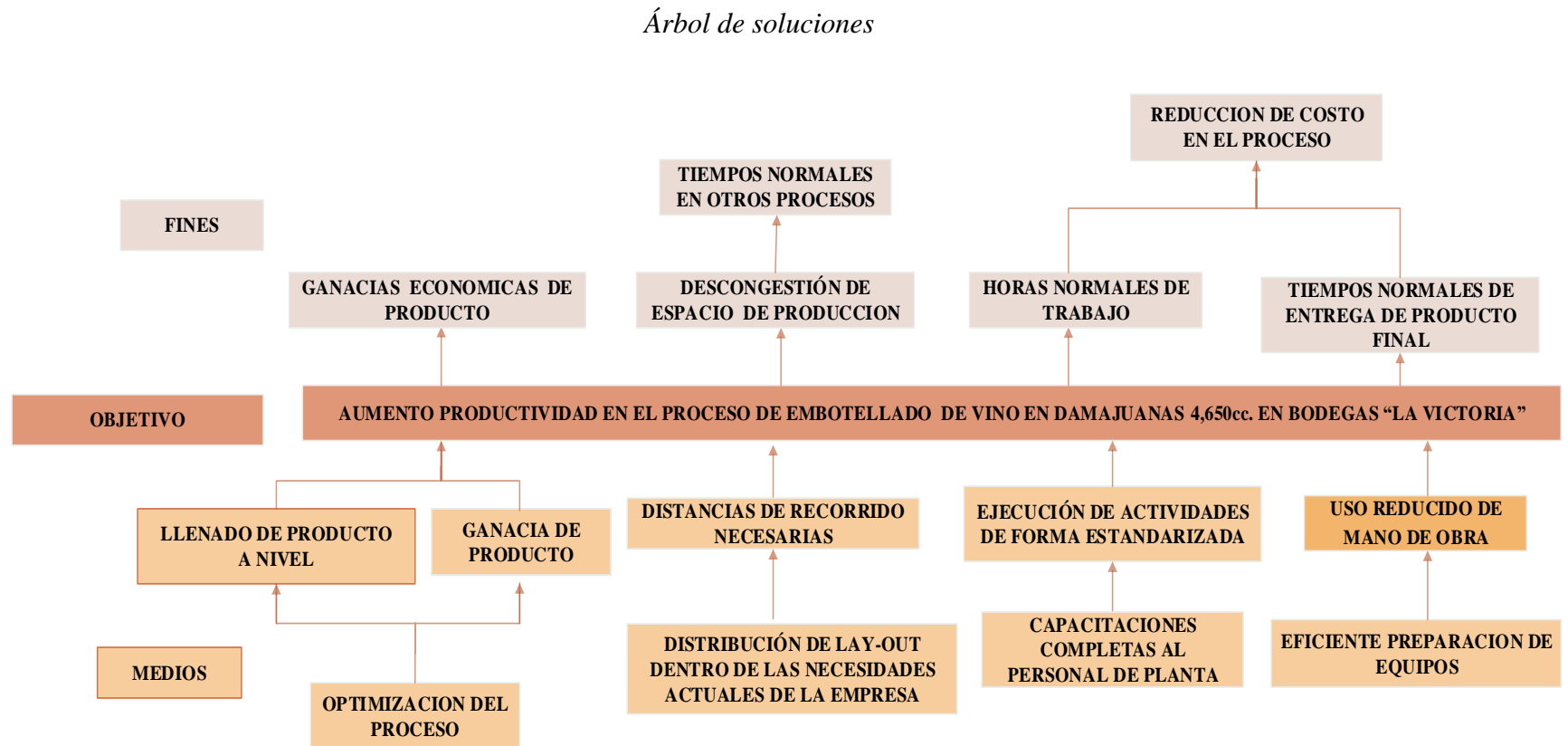
Empresa Bodegas “La Victoria” dedicada a la elaboración y comercialización de vinos de mesa, actualmente cuenta con un sistema de embotellado de vino en damajuana de forma manual con método empírico, de manera puntual, durante las practicas pre profesionales se observó las siguientes falencias en este proceso:

- Las dosificaciones que se realizan a desnivel, genera grandes pérdidas de producto, por ende, disminuye el nivel de ingresos en esta línea de producción.
- La higiene e inocuidad del producto se ven afectadas por el contacto directo con el personal.
- Debido al tiempo elevado en el proceso de embotellado se retrasa el tiempo de entrega del producto a los clientes finales.
- Es necesario horas extras de trabajo, lo cual repercute en mayores costos de producción.
- Al ser un proceso que se realiza manual y empíricamente ocasiona saturación de espacio para el desarrollo de las actividades.
- Es imprescindible reprogramar el método del proceso de llenado.
- Se debe mejorar la optimización del proceso de embotellado con incorporación de diferentes materiales.

Las observaciones mencionadas anteriormente permiten ver la necesidad de estudiar los procesos de sistema de producción de embotellado y a través de este sistema sea posible minimizar los errores y garantizar la cantidad correcta del producto en este proceso y en un futuro se permita realizar cambios necesarios requeridos.

b) **Árbol de problemas****Figura 0-1**

Nota: Fuente y Elaboración propia

c) **Árbol de soluciones****Figura 0-2**

Nota: Fuente y elaboración propia.

d) Formulación del problema

¿Qué acciones se debería considerar para mejorar la productividad en el proceso de embotellado de vino en damajuanas de 4,650 cc en bodegas “La Victoria”?

Objetivos

a) Objetivo general

Proponer el diseño de sistema de embotellado de la línea de vino en damajuanas 4,650cc. para mejorar la productividad en este proceso en Bodegas “La Victoria”.

b) Objetivos específicos

- Diagnosticar y analizar la situación actual del proceso de embotellado identificando los componentes que generan improductividad en esta línea.
- Rediseñar la línea de embotellado en damajuanas con incorporación de nuevos equipos y accesorios que permita optimizar el proceso.
- Diseñar un proceso de control automático con válvulas de baja presión para el llenado automático en damajuanas de 4,650cc. en Bodegas “La Victoria”.
- Determinar el costo económico de la propuesta en la línea en damajuana.

Justificación

a) Justificación social

Uno de los retos que afrontan muchas industrias en este rubro es mantener la confiabilidad y lealtad de sus clientes, dada la importancia del mismo para el crecimiento de una empresa es importante brindar productos de calidad e higiene por tratarse de un producto alimenticio, a ello se incorpora las modernizaciones y/o tecnologías que va adoptando una empresa que ayuda a mantener estándares de calidad de productos.

b) Justificación económica

Tomando en cuenta el constante crecimiento de empresas dedicadas a este rubro en la actualidad que las impulsan a fortalecer la competencia entre las empresas, se ven en la necesidad de industrializar sus procesos de producción con adquisición de maquinarias y equipos de manera que permita optimizar sus procesos, mantener estándares exigentes de calidad, inocuidad e higiene de sus productos fortaleciendo la confianza de los clientes y a la vez les permita generar mayores ganancias.

El presente trabajo pretender colaborar a la empresa Bodegas “La Victoria” con la finalidad de mejorar la productividad en esta línea de producción de vino en damajuana 4.650 cc considerando que la modernización de ciertos procesos requiere elevado capital de inversión para las empresas, se buscan alternativas de solución a este problema, siendo los sistemas semi automáticos una posibilidad de solución viable a estas necesidades porque tienen un menor costo de adquisición y genera mejores beneficios económicos a la bodega.

c) Justificación técnica

Con la propuesta de este sistema de embotellado se pretende colaborar a la empresa optimizando el proceso de embotellado de una línea de producción, minimizando las pérdidas de producto en la etapa de llenado, además de garantizar una mayor precisión en el volumen del líquido, estableciendo nuevos métodos de trabajo para la etapa de tapado y etiquetado del producto; también se realizará el diseño tomando en cuenta ciertos aspectos para que la manipulación de la misma sea de facilidad para los operarios con la finalidad de controlar parámetros; conjuntamente se elabora un manual de procedimiento y mantenimiento de este nuevo sistema de embotellado.

d) Justificación académica

El trabajo de investigación demanda poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la formación académica, para la elaboración del mismo se generó información primaria realizando la práctica preprofesional en esta empresa y entrevistas duales con el gerente, quien en su aspecto más relevante destaca la necesidad de mejorar la

productividad de la empresa, minimizando las pérdidas generadas en este proceso en la línea de damajuanas, de manera que aumente el margen de utilidad sin que se afecte el precio de venta de sus productos al consumidor final.

Delimitación del estudio

a) Limitación científica

El presente proyecto tiene un carácter de investigación aplicada, para ello se sustenta en estudios previos como ser teorías básicas de electricidad e ingeniería de métodos.

b) Limitación espacial

El estudio se desarrolla en Bodegas “La Victoria” situada en la ciudad de Tarija, realizando el estudio de campo en la línea de producción en damajuana, estudiando el proceso de embotellado sin escatimar en procesos anteriores o posteriores al mismo, conjuntamente se realiza consultas de la biblioteca de la universidad misma que proveerá parte de la bibliografía para la recopilación de información secundaria.

c) Limitación temporal

El desarrollo del presente trabajo tiene una duración aproximada de cuatro meses, desde inicios del mes de agosto hasta inicios del mes de noviembre de la gestión 2022 teniendo como referencia el calendario académico de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

Alcance

Considerando que una de las funciones de la rama de ingeniería industrial es la optimización de los procesos, el presente proyecto tiene la finalidad de mejorar el sistema de embotellado de vino en damajuana, automatizando el proceso de llenado, el cual pretende evitar el derrame de producto, el contacto directo del líquido con el operario, reducir el tiempo de este proceso y proponer métodos nuevos de trabajo para la etapa de tapado y etiquetado de botellas.

Descripción general de la empresa

a) Situación de la empresa

Análisis de la empresa

Presentación de la empresa (razón social, tipo de sociedad comercial, NIT, registro SENASAG)

Cuadro 1

Presentación de la empresa

ITEM	DESCRIPCION
RAZON SOCIAL	BODEGAS “LA VICTORIA”
SOCIEDAD COMERCIAL	UNIPERSONAL
NIT	5011043017
REGISTRO SENASAG	09-03-03-14-0018
LOGO	

Nota. Elaboración propia en base a información de la empresa.

Componentes Estratégicos (Misión y Visión)

Misión:

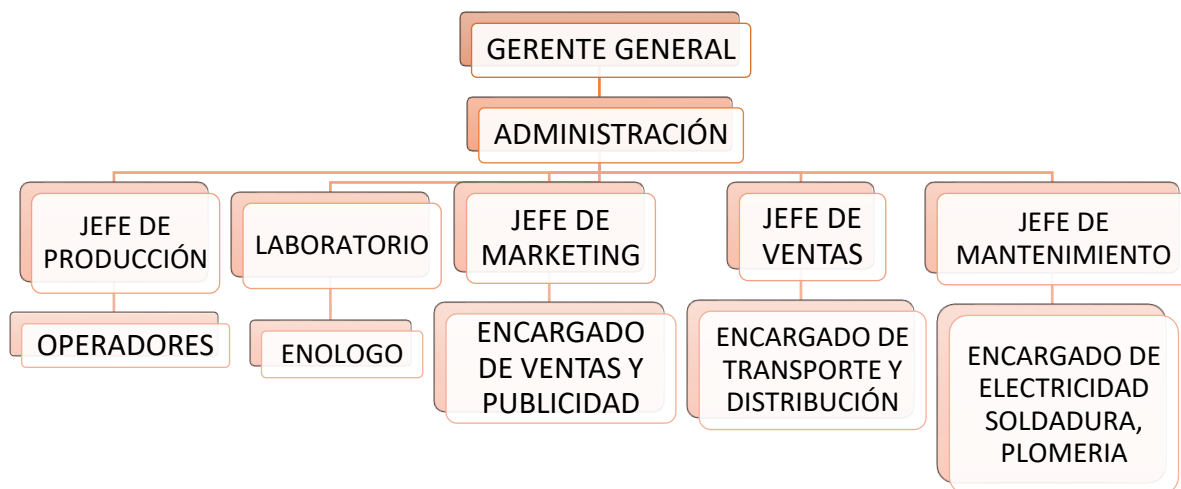
“Elaborar vinos finos y de mesa de excelente calidad y comercializarlos a nivel nacional, con expectativas de exportación”.

Visión:

“Ser la primera y mejor empresa a nivel nacional productora de vinos de mesa”.

b) Organización

En la siguiente figura se visualiza la estructura organizacional de la empresa.

Figura 0-3*Estructura orgánica de la empresa*

Nota: Elaboración propia en base a información de la empresa.

c) Personal de la empresa por área de trabajo

Cuadro 2*Personal de la empresa por área de trabajo*

ADMINISTRACIÓN		
Gerente General		1 Persona
Administrador		1 Persona
Jefe de Marketing		1 Persona
Jefe de Ventas		1 Persona
PRODUCCIÓN		
Jefe de Producción		2 personas
Operadores		14 personas
LABORATORIO		
Enologo		1 persona
MANTENIMIENTO		

Jefe de Mantenimiento	1 persona
-----------------------	-----------

OTROS

Chofer	2 personas
--------	------------

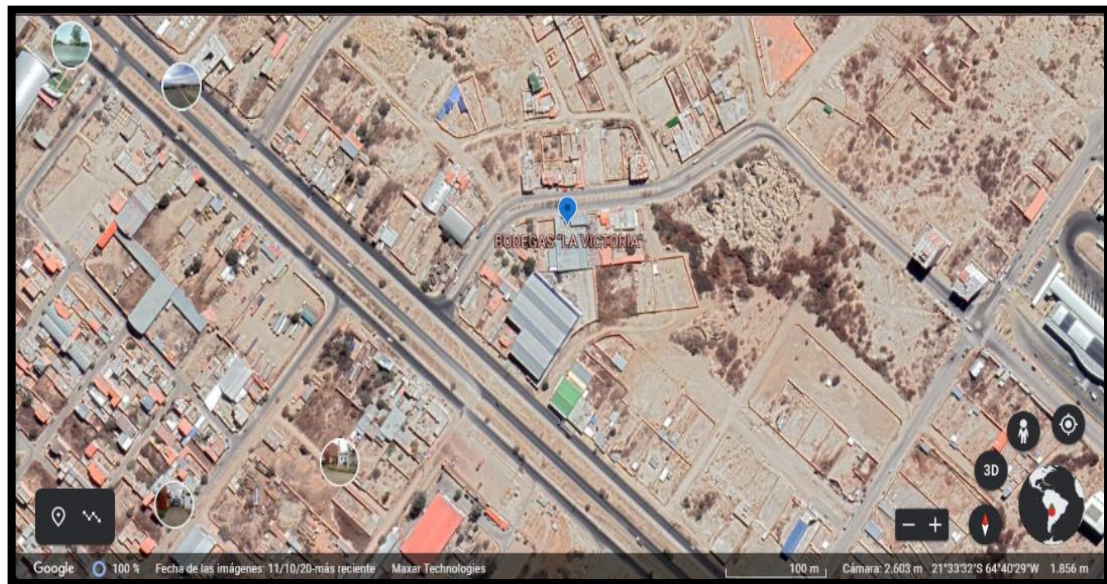
Nota. Elaboración propia en base a información de la empresa.

a) Ubicación

Bodegas “La Victoria” se encuentra en, AVENIDA II: S/N UV: S/N, MZN: S/N ZONA: LAS RETAMAS, se tiene como referencia ubicado frente al Matadero Municipal.

Figura 0-4

Ubicación geográfica de la empresa



Nota: Elaboración propia. Fuente: Google earth.

b) Productos

Empresa Bodegas “La Victoria” ofrece a sus clientes una variedad de productos elaborados a partir de la uva, su producción depende de los pedidos que llegan diariamente a la empresa.

Cuadro 3

Descripción de línea de productos “Bodegas La Victoria”.

IMAGEN	PRODUCTO	PRESENTACIÓN
	<p>VINOS VARIETALES</p> <p>Tinto áspero, intenso y exquisito.</p>	<p>Color: Rubí brillante</p> <p>Boutique: Afrutado</p> <p>Tamaño: Presentaciones 720 ml -1125 ml</p> <p>Caja 6 botellas</p>
	<p>VINOS FINOS DE MESA</p> <p>Tinto, blanco y rosado. Frescos.</p>	<p>Color: Rojo, Rubí</p> <p>Boutique: Frutado y Floral</p> <p>Tamaño: Presentaciones 720 ml - 1125 ml</p> <p>Caja 6 botellas</p>
	<p>VINOS DE MESA</p> <p>Tinto, Blanco, Oporto.</p>	<p>Color: Rojo, Rubí, Amarillo pálido</p> <p>Boutique: Frutado, Floral, Dulce Aterciopelado</p> <p>Tamaño: Presentaciones 720 ml</p> <p>Caja 6 botellas</p>
	<p>VINO EN DAMAJUANAS</p> <p>Tinto y blanco.</p>	<p>Color: Rojo, Rubí</p> <p>Boutique: Frutado y Floral</p> <p>Tamaño: Damajuana 4.650cc</p> <p>En botellas PET- VIDRIO</p>

	<p align="center">ESPUMANTE Y SIDRAS</p> <p>Espumante Brut y Rose Remi Sec. Sidra Victoria.</p>	<p>Color: Amarillo brillante</p> <p>Boutique: Frutado y Floral</p> <p>Tamaño: Presentaciones 910 ml - 720 ml Caja: 6 botellas</p>
	<p align="center">LICORES</p> <p>Licor seco. Café coñac. Menta. Anís.</p>	<p>Color: Amarillo Ámbar, Rojo, Rubí, Verde</p> <p>Boutique: Vigoroso, añejado de madera con toques de vainilla y cuero</p> <p>Tamaño: Presentaciones 250 ml Caja: 12 botellas</p>
	<p align="center">SINGANIS</p> <p>Granada. Primera clase. Singani Premium.</p>	<p>Color: Incoloro</p> <p>Boutique: Frutado y Floral</p> <p>Tamaño: Presentaciones 250ml 500 ml 1000ml Caja: individual</p>
	<p align="center">SANGRÍA</p> <p>Tinto de verano.</p>	<p>Color: Rojo, Rubí</p> <p>Boutique: Frutado y Floral</p> <p>Tamaño: Presentaciones 910ml 1100 ml</p>
	<p align="center">VIÑAS DE BALBO</p> <p>Tinto Blanco.</p>	<p>Color: Rojo, Rubí Amarillo pálido</p> <p>Boutique: Frutado y Floral</p> <p>Tamaño: Presentaciones 910ml 1125 ml</p>

Nota. Elaboración propia en base a información de la empresa.

a) **Materia prima utilizada en el proceso**

Cuadro 4

Materia prima


MATERIA PRIMA UTILIZADA	DESCRIPCION
UVA DE DIFERENTES VARIEDADES <ul style="list-style-type: none"> • Moscatel de Alejandría • Syrah • Cabernet sauvignon 	<p>Se caracterizan por su aroma y alto contenido en azúcar, se utiliza para elaboración de vino blanco dulce</p> <p>Se caracterizan por su aroma afrutado, se utiliza para elaboración de vino tinto y rosado.</p> <p>Se caracteriza por su intenso color oscuro, presenta características peculiares.</p>

Nota. Elaboración propia en base a información de la empresa.

b) **Reactivos utilizados**

Cuadro 5

Reactivos utilizados

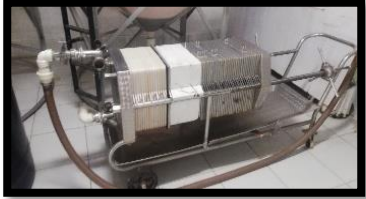



DESCRIPCION	NOMBRE	ILUSTRACION
Para realizar los análisis de laboratorio <ul style="list-style-type: none"> ✓ Grado alcohólico ✓ Acidez 	Anhídrido sulfúrico Hidróxido de sodio Yodo Engrudo	

Nota. Elaboración propia en base a información de la empresa.

c) Maquinaria y equipos

Cuadro 6

Maquinaria y equipo

N°	NOMBRE	ILUSTRACIÓN
2	FILTRO DE PLACAS CELULAR CANTIDAD 1	
3	BOMBA PISTON CANTIDAD 1	
4	ENCORHCADORA MANUAL CANTIDAD 1	
5	ENVASADORA	

Nota. Elaboración propia en base a información de la empresa.

Proceso productivo de la empresa

a) Descripción detallada del proceso productivo

Vino en damajuana

Bodegas “La Victoria” es una fábrica de elaboración de vinos de tipo industrial, por la naturaleza del producto a ser elaborado, sigue una serie de procesos de productivos acondicionados a distintas temporadas y épocas del año.

1. Recepción de la uva

El primer procedimiento para la elaboración de vino es la recepción de uva, etapa fundamental, depende de la calidad de la uva, la calidad de vino que se obtendrá.

- Una vez recepcionada la uva se realiza los análisis de laboratorio para observar la variedad, calidad y medir el grado de azúcares de la misma, dependiendo de estos factores se acepta o rechaza la uva en caso de aceptarla se programa la fecha de molienda.

2. Despalillado y estrujado

Una vez recepcionada la uva, el camión que lleva la uva, debe ir primeramente a la báscula antes de ingresar a la bodega para obtener el peso neto de la uva más el camión, una vez pesado el camión, dentro de la bodega se realiza un control de calidad de la uva dejando registrado el proveedor, variedad de la uva, y calidad de la misma en el cuaderno de registro.

Se despallilla la uva, con la finalidad de separar las uvas del resto del racimo, conocida como raspón, esta operación se realiza para evitar traspasar al mosto sabores y sensaciones amargas.

Se realiza el estrujado con la finalidad que se rompa la piel de la uva (hollejo) permitiendo la extracción del mosto de la uva, facilitando el proceso de maceración se traslada el mosto en estado semilíquido a los tanques de fermentación.

3. Fermentación alcohólica

La fermentación es el proceso que inicia cuando las levaduras se alimentan de los azúcares que contiene cada uva madura.

Durante el proceso el mosto cambia de composición, de manera que pasa a ser un líquido en el que predomina los azúcares, a otro en el que predomina el etanol. Existe un cambio importante en el sabor y aroma. El gusto dulzón y floral del mosto da paso a un sabor y aroma de gran complejidad en el vino, donde se adivinan innumerables componentes. (BUJAN & RANKINE, 2003).

4. Prensado

Una vez acabada la fermentación alcohólica se realiza el prensado de mosto, es decir a la separación del zumo, debido a que el mismo contiene cantidades de vino, obteniendo un vino prensa presentando notados aromas.

5. Fermentación malo láctica.

Se transforma el ácido málico en ácido láctico, provocando la pérdida de dureza y acidez suavizando el sabor final del vino. Tras esta última fermentación, en algunos casos se deja permanecer el vino junto con los restos sólidos que ha generado la acción de las levaduras, es decir, con sus lías.

6. Trasiegos (desimantación del vino)

Se debe trasvasiar el líquido en otros recipientes pequeños. Se utiliza un tambor abierto para recibir el líquido que salga de los lagares de fermentación, esto se hará hasta que comience a salir vino con mucho orujo, simultáneamente se debe bombear con la bomba pistón del tacho abierto a tanques más pequeños hasta que se llenen completamente, una vez que estén en los tanques más pequeños se realiza muestras de laboratorio donde se analiza grado alcohólico, acidez total, acidez volátil, anhídrido libre total y densidad. Esta operación se realiza para eliminar los residuos sólidos (borras o lías) que pudiesen encontrarse en suspensión.

7. Clarificación

Los fines que persigue la clarificación son, en principio, eliminar materiales que enturbian el vino por un procedimiento más rápido que el de sedimentación. (MARIÑO, 1995)

La clarificación es un proceso tradicional para clarificar y purificar el vino, para acelerar el proceso se adicionan materiales minerales, dejando que se sedimente, las partículas sólidas en suspensión junto con el clarificante.

Los materiales sólidos en suspensión, restos vegetales (facciones de raspón, piel y pulpa) levaduras y otros microorganismos son fuentes de alteraciones potenciales, precipitan por su propio peso, arrastrando restos de diversas sustancias orgánicas que permanecen en suspensión.

8. Estabilización

Se estabilizan los vinos con sustancias químicas, conservantes y estabilizantes para evitar las futuras precipitaciones, creaciones de cristales u otras sustancias en el vino. Se debe trasvasiar el vino en otros recipientes separando así el vino limpio de los sedimentos precipitados y se debe llenar con vinos similares para compensar la separación de las borras hasta su completo llenado. De los parámetros obtenidos se corregirá el vino de acuerdo a los parámetros permitidos de acuerdo a reglamento de la Ley 18445 NORMAS SOBRE PRODUCCIÓN ELABORACION Y COMERCIALIZACIÓN DE ALCOHOLES ETÍLICOS, BEBIDAS ALCOHÓLICAS Y VINAGRES.

9. Preparación final del producto

Se toma en cuenta el volumen y la calidad a envasar (tipo de vino y envase) se recibe una orden de administración a producción, de acuerdo a ello se dispone, la preparación de recipientes e insumos, se realiza la preparación de vino según la fórmula, realizando todas las operaciones con la mayor higiene y cuidado posible, terminado de preparar se debe realizar pruebas de laboratorio para corregir dentro de los parámetros permitidos.

10. Filtración

Se realiza para eliminar cualquier impureza física, eliminar malos olores, abrillantar el producto y esterilizarlo. Se debe conectar la bomba centrífuga al tanque de vino, preparado hasta el filtro y del filtro hasta el tanque elevado de envasado.

11. Embotellado

Una vez filtrado el vino se procede a embotellar de acuerdo al envase a utilizar, primero se debe enjuagar las botellas únicamente con agua, los caños y con abundante agua, para el envasado de vino, se deben preparar los materiales y equipos para; este proceso se utilizan botellas de vidrio o plástico, (según pedido de cliente), mesa de envasado, encorchador manual, caños de plástico, corchos o tapas de plástico, etc.

Posterior a esta etapa se debe etiquetar cada botella, colocando bolsas de nylon, que deben pasar a un horno termo contraíble y luego son almacenadas en pallets.

10. Almacenamiento y Distribución

Se almacena en pallets para su posterior distribución en puntos de venta autorizados.

a) Diagrama de flujo del proceso

Figura 0-6

Diagrama de Flujo Elaboración de Vino

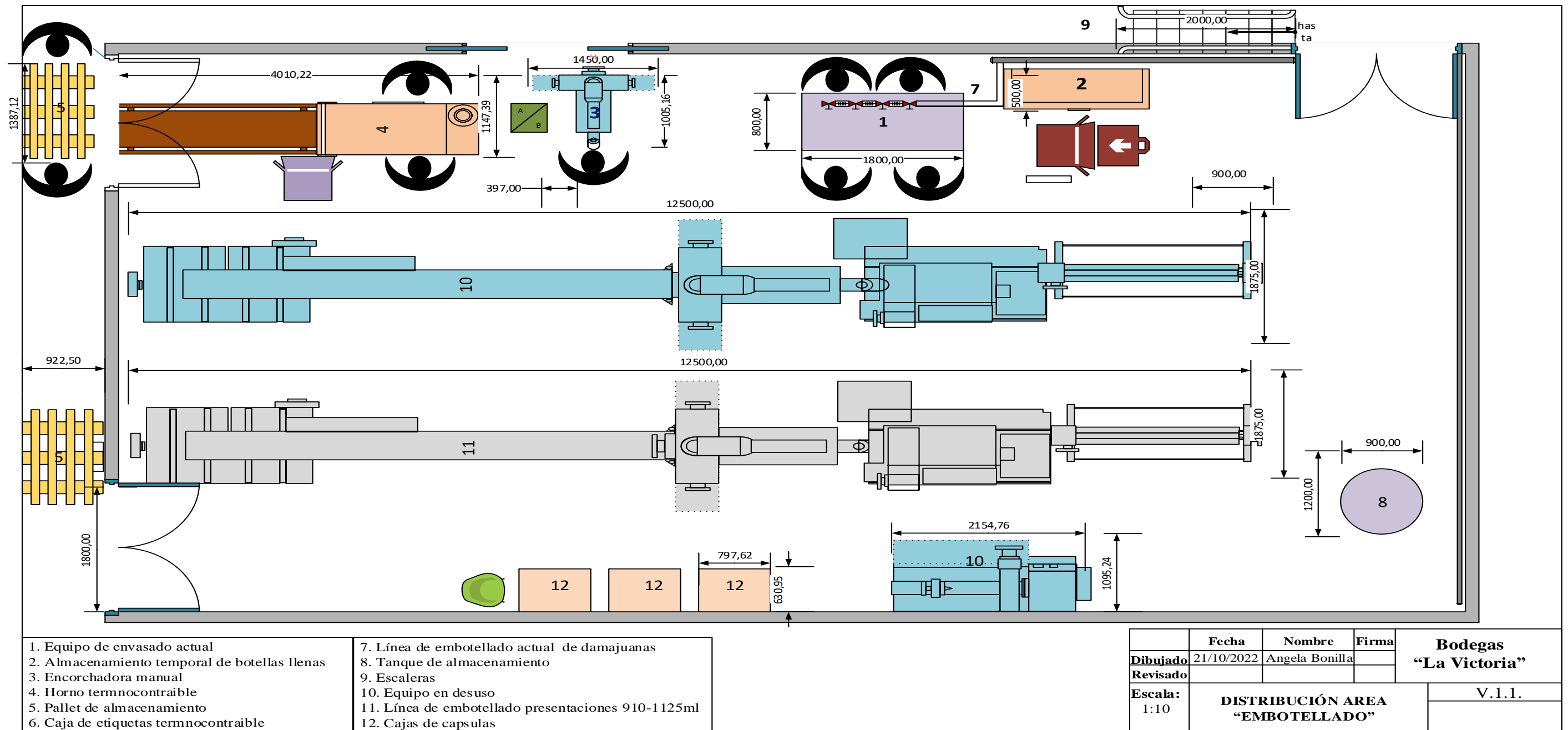


Nota: Elaboración propia en base a datos de la empresa

b) Lay Out de la empresa

Figura 07

Lay - Out de la empresa



Fuente: Elaboración propia en base a información de la empresa.

c) **Desechos que produce la empresa**

Los desperdicios generados en la empresa, son amplios, como ser, escobajos y orujos que son puestos en bolsas de yute y luego se utilizan para compost.

Las borras o lías que se produce de cada trasiego que contienen una gran carga orgánica son desechados a una quebrada sin ningún uso posterior.

Cabe mencionar que hay escasos trabajos relacionados con el aprovechamiento de las lías/borras de vinificación. Estudios más recientes, Perez-Serradilla y Luque de Castro (2011) apuntaron a las lías como fuentes antioxidantes y Nazarí (2012) propusieron su uso para la extracción de escualeno, un compuesto bioactivo de gran interés para la industria farmacéutica. (RODRIGUEZ, BEDRIÑANA, BELLIDO, & VALLES)

Los vidrios, bolsas plásticas, papel adhesivo, todos los mencionados son recogidos por la entidad municipal de aseo EMAT como desechos de residuos sólidos.

Los pallets, que son de cartón presando y las cajas de cartón, cuando están muy viejos, tienen un uso posterior como combustible de la falca para la destilación de singani.

Diariamente se produce una considerable cantidad de aguas residuales de la cantidad de agua consumida en el proceso, la mayor parte de estas aguas proceden fundamentalmente de la limpieza de las botellas, máquinas y mangueras durante la elaboración de vinos, la cual es vertida a una quebrada ubicada cerca de la bodega.

Metodología

Investigación aplicada: Se utiliza los conocimientos adquiridos para mejorar el proceso de embotellado además que se adquieren otros.

Matriz metodológica

Mediante la herramienta de matriz metodológica se pretende seguir una ruta secuencial para el desarrollo de la propuesta, de manera general, tomando en cuenta cada objetivo planteado en el trabajo de investigación.

Cuadro 7*Matriz metodológica*

Objetivos específicos	Actividad	Técnicas de recolección de datos	Resultados esperados
Analizar y diagnosticar la situación actual del proceso de embotellado identificando los componentes que generan improductividad en esta línea.	Entrevistas duales con el gerente de la empresa y el jefe de producción. Observación en el proceso de embotellado recolectando la información mediante herramientas de ingeniería.	-Diagrama de flujo del proceso de embotellado actual. -Diagrama de ishikawa. -Cursograma sinóptico. -Lay Out. -Cursogramas analíticos. -Diagrama de recorrido. -Cálculo de productividad en el proceso.	Diagnóstico de la situación actual. Identificación de causas sobre el proceso de embotellado. Identificación cuellos de botella en donde se pueda realizar propuestas de cambio de mejora en este proceso.
Rediseñar la línea de embotellado en damajuanas con incorporación de nuevos equipos y accesorios que permita optimizar el proceso.	Investigación bibliográfica. Cotización de materiales y accesorios.	-Descripción de materiales. -Flujograma de proceso propuesto -Elaboración de manual de procedimiento de embotellado. -Elaboración de manual de funciones para el proceso de embotellado.	Recolección de información. Estandarización del proceso de embotellado.

Diseñar un proceso de control automático con válvulas para el llenado semiautomático en damajuanas de 4,650 cc. en las Bodegas “La Victoria”.	Observación directa en el proceso de llenado. Investigación bibliográfica. Desarrollo del sistema de embotellado tomando en cuenta características técnicas de materiales y herramientas.	-Diagrama eléctrico y de control -Fichas técnicas de cada componente. -Simulación eléctrica del funcionamiento de sistema. -Rediseño de Lay Out. -Diagrama de recorrido. -Diagrama analítico del proceso de embotellado propuesto. -Cálculo de la productividad actual de la propuesta.	Optimización en el proceso de embotellado. Determinación de eficacia con los nuevos métodos propuestos. Determinación de cálculo de productividad con la propuesta.
Determinar el costo económico de la propuesta en la línea en damajuana.	Estimación de costo mediante cotizaciones.	- Proforma de cotizaciones.	-Resumen de los costos totales del sistema de embotellado propuesto.

Nota. Este cuadro muestra las diferentes variables identificadas en el desarrollo del proyecto. Fuente y elaboración propia.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de investigación

Gran parte de investigaciones sobre sistema de embotellado se orientan al proceso de llenado de líquido, las mismas van relacionando tecnologías y aspectos técnicos; existen trabajos previos que sirven como base para el planteamiento de este problema identificado. Las referencias bibliográficas son obtenidas mediante indagación en internet, libros, artículos, bibliotecas y tesis.

Sánchez Baños Ilse Gabriela de la escuela superior de ingeniería química e industrias extractivas, México 2018, en su tesis "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE ENVASADO DE VINO" para las tres etapas de embotellado empleo un sistema automatizado con un software para modelar los diagramas de funcionamiento para el proceso de llenado, controlando el caudal mediante un sensor colaborando a la empresa bajo controles en el proceso de llenado, de esta manera previene el mal manejo de los operarios con respecto a las máquinas, se disminuyó las pérdidas significativas del producto por una incorrecta manipulación y asimismo la optimización en este proceso.

Víctor Velasco Choque de la Universidad Mayor de San Andrés, La Paz 2013, en su trabajo dirigido MONTAJE DE UNA NUEVA LINEA DE EMBOTELLADO EN EMBOL S.A. "COCA COLA" desarrolla el diseño de una línea adecuada a las necesidades y requerimientos de la empresa, de manera que optimice el proceso productivo reduciendo el tiempo de producción, minimizando los costos operativos, garantizando el cumplimiento de las normas de seguridad alimentaria, seguridad industrial y salud ocupacional.

Darío Antolín Jiménez de La Universidad Católica Boliviana Tarija, en el año 2021, en su proyecto de grado sobre "PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA PARA EL ENVASADO DE LÍQUIDO CON BAJA VISCOSIDAD" en base a los requerimientos de la empresa desarrolló un prototipo con un sistema para controlar el correcto llenado de líquido en las botellas, la finalidad de

este proyecto es incrementar la producción de la micro empresa optimizando el tiempo en el proceso de envasado.

1.2.Fundamentos

1.2.1. Productividad

Según Nemur Lisa define la productividad como la medida promedio de la eficiencia de la producción, expresada como la relación entre las entradas utilizadas en producción y las salidas. Empleada para conocer que tan bien están utilizando sus recursos un país, una industria o unidad de negocios.

“En una economía que funcione bien, el tamaño de la empresa (medido por su valor agregado, el empleo o los activos) deberían mantener una correlación muy positiva y muy estrecha con su productividad. En comparación con las empresas manufactureras que emplean de 10 a 19 trabajadores, las que emplean entre 20 y 49 trabajadores son aproximadamente 50% más productivas (López Montoya, 2000).

“La mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. Por ende, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o productos) y los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos).” (ROBERTO CARRO PAZ).

1.2.1.1.Características generales de la productividad

La productividad evalúa la capacidad de un sistema para elaborar los productos que son requeridos y a la vez el grado en que aprovechan los recursos utilizados, es decir, el valor agregado. Una mayor productividad utilizando los mismos recursos o produciendo los mismos bienes o servicios resulta una mayor rentabilidad para la empresa.

1.2.1.2.Medición de la productividad

Para los autores (JAY HEIZER, PRINCIPIOS DE ADMINISTRACION DE OPERACIONES, 2009) la medición de la productividad puede ser bastante directa. Tal

es el caso si la productividad puede medirse en horas-trabajo por tonelada de algún tipo específico de acero. Aunque las horas-trabajo representan una medida común de insumo, pueden usarse otras medidas como el capital (dinero invertido), los materiales (toneladas de hierro) o la energía (kilowatts de electricidad).

El uso de un solo recurso de entrada para medir la productividad se conoce como productividad de un solo factor.

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Insumo\ empleado} \quad Ec.(I- 1)$$

1.2.1.3. Indicadores de productividad

(ORGANIZACION INTERNACIONAL DE TRABAJO, 2016) Se elige indicadores de productividad para medir la mejora. Los indicadores deben ser apropiados para el tipo de empresa y centrarse en las áreas problemáticas o áreas en las que se debe realizar mejoras. Deben ser sensibles a los cambios en los insumos de entrada o la producción y se deben basar en registros contables de fácil obtención.

Cuadro I-1

Indicadores de productividad

Problema	¿Cómo mejorar?	Indicadores de productividad
El tiempo que lleva producir un artículo es demasiado largo.	Reducir el tiempo de elaboración del artículo.	Tiempo transcurrido desde que se realiza el pedido hasta que se haga la entrega.
El lugar de trabajo está saturado con trabajos en procesos y existencias de productos.	Reducir el trabajo en proceso y gestiona mejor las existencias.	El número de interrupciones del trabajo que dura más de una hora. La cantidad de existencias.

Debido a la mala calidad, los productos tienen que ser re trabajados antes de la entrega.	Controlar la calidad al momento de llevar a cabo el trabajo Comprobar la calidad antes de la entrega.	El número de productos re trabajados antes de la entrega.
---	--	---

Nota. Este cuadro muestra cómo se debe realizar un indicador de productividad.

Fuente: Organización Internacional De Trabajo.

1.2.2. Automatización de procesos industriales

(HAY JEIZER, 2009). La automatización industrial es la aplicación de diferentes maquinarias y equipos de tecnología mediante software y hardware, de acuerdo al tipo de industria que realizan los procesos de producción de manera autónoma con la mínima participación del factor humano; es decir, un aumento de mecanización que permite producir bienes y servicios en el menor tiempo posible. El sistema automatizado consta básicamente de 3 elementos:

- ✓ Proceso que se requiere controlar.
- ✓ Conjunto de controladores de interfaz entre máquina y control.
- ✓ Unidad de control que va a ejecutar las acciones necesarias.

1.2.2.1. Automatización eléctrica

Es utilizada para el control de movimiento lineal o angular dependiendo del caso donde se precisan velocidades constantes.

Los elementos de mando más comunes en este tipo de automatización son los pulsadores, temporizadores, relés y contactares.

Se trata de un proceso de lazo cerrado donde existe flujo de información desde la máquina a la unidad de control; la incorporación de esta tecnología en industrias permite mejorar la productividad de las industrias, al mismo tiempo la calidad de los productos ofrecidos.

1.3. Teorías básicas

1.3.1. Distribución en planta

La distribución en planta se refiere a la organización física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la distribución de los espacios y determinación de la ubicación de los departamentos que hacen parte de la planta (Heydi Mejía, 2011).

1.3.1.1. Distribución en planta por procesos

La distribución en planta por procesos consiste en organizar por lotes de producción. El personal y los equipos que realizan una misma función se agrupan en una misma área, de ahí que estas distribuciones también sean denominadas por funciones o talleres. En ellas, las distintas tareas tienen que moverse, de un área a otra, de acuerdo con la secuencia de operaciones establecida para su obtención.

Es importante añadir la dificultad generada por las variaciones de la producción a lo largo del tiempo que pueden suponer modificaciones incluso de una semana a otra. Tanto en las cantidades fabricadas como en los propios productos elaborados. Esto hace indispensable la adopción de distribuciones flexibles, con especial hincapié en la flexibilidad de los equipos utilizados para el transporte y manejo de materiales de áreas de trabajo a otras. (Vedder, 1996).

1.3.2. Diagrama de recorrido

Los diagramas de recorrido, o desde-hacia, pueden ser de gran utilidad para diagnosticar problemas relacionados con el arreglo de departamentos y áreas de servicio, así como con la ubicación de equipo dentro de un determinado sector de la planta. El diagrama de recorridos consiste en una matriz que despliega la magnitud del manejo de materiales que se lleva a cabo entre dos instalaciones en un periodo determinado. La unidad que identifica la cantidad de manejo de materiales puede ser la que le parezca más apropiada al analista. Pueden ser libras, toneladas frecuencia de manejo de materiales, etc. (NIEBEL & Freivalds, 2010).

1.3.3. Estudio de tiempos

El estudio de tiempos requiere un proceso de muestreo; por ello, surge, de manera natural la pregunta sobre el error de muestro para el tiempo observado promedio. En estadística, el error varía inversamente con el tamaño de la muestra (JAY HEIZER, Principios de ADMINISTRACION DE OPERACIONES, 2009).

También indica que una persona capacitada y experimentada puede establecer un estándar siguiendo siete pasos:

1. Definir la tarea a estudiar.
2. Dividir la tarea en elementos precisos.
3. Decidir cuantas veces medirá la tarea.
4. Medir el tiempo y registrar los tiempos elementales y las calificaciones de desempeño.
5. Calcular el tiempo observado promedio.

$$\textit{Tiempo Observado Promedio} = \frac{\textit{suma de tiempos registraodos}}{\textit{N}^{\circ} \textit{Observaciones}} \quad \textit{Ec.(I- 2)}$$

6. Sumar los tiempos normales para cada elemento a fin de determinar el tiempo normal de una tarea.
7. Calcular el tiempo estándar.

Factor de holgura

Las holguras están expresadas en porcentaje y son aplicadas al tiempo básico para poder obtener el tiempo estándar, estos porcentajes se encuentran en tablas elaboradas, que tiene como finalidad ofrecer tiempos de descanso, de recuperación para que el operario pueda continuar con su trabajo normalmente.

Figura 1-1

Factores de Holguras

1. Holguras constantes:	(ii) Bastante inadecuada.....	5
(A) Holgura personal.....		5
(B) Holgura por fatiga básica.....	(E) Condiciones atmosféricas (calor y humedad):	
	Variable.....	0-10
2. Holguras variables:	(F) Atención cercana:	
(A) Holgura por estar de pie.....	(i) Fino o exacto.....	2
(B) Holgura por posición anormal:	(ii) Muy fino o muy exacto.....	5
(i) Incómodo (inclinado).....		
(ii) Muy incómodo (acostado, estirado).....	(G) Nivel de ruido:	
(C) Uso de fuerza o energía muscular	(i) Intermitente fuerte.....	2
para levantar, jalar, empujar	(ii) Intermitente muy fuerte o muy agudo.....	5
Peso levantado (libras):	(H) Tensión mental:	
20.....	(i) Complejo o rango amplio de atención.....	4
40.....	(ii) Muy complejo.....	8
60.....	(I) Tedio:	
(D) Mala iluminación:	(i) Tedioso.....	2
(i) Mucho menor que la recomendada.....	(ii) Muy tedioso.....	5

Nota. Este cuadro muestra los factores de holgura para calcular el tiempo estándar.
Fuente Principios de administración de operaciones.

1.3.4. Determinación del Tamaño de Muestras

Para calcular el tamaño de la muestra se realizará según el autor Bryan Salazar López, quien plantea la siguiente fórmula para calcular el tamaño de la muestra, indica que para tomar muestras preliminares de un ciclo menores a 2 minutos se debe tomar 10 muestras y para ciclos mayores a 5 minutos se debe realizar una muestra de 5 lecturas.

Fórmula**Cálculo del rango***Ec.(I- 3)*

$$R(\text{rango}) = X_{\text{max}} - X_{\text{mín}}$$

De las lecturas tomadas se debe calcular el rango restando la lectura mayor y la lectura menor.

Cálculo de media aritmética

$$X = \frac{\sum x}{n} \quad \text{Ec.(I-4)}$$

Para calcular la media aritmética se debe sumar las cantidades de todas las lecturas y dividir entre el número de muestras preliminar.

Hallar el cociente entre el rango y la media

$$\frac{R}{\bar{X}} \quad \text{Ec.(I- 5)}$$

Se realiza el cociente entre el rango y la media aritmética calculada.

Numero de observaciones según tabla

En la Tabla I-1 se debe identificar el cociente calculado y encontrar el número de muestras para realizar el estudio.

Tabla I-

Tabla de número de muestras

TABLA PARA CALCULO DEL NUMERO DE OBSERVACIONES					
R/X	5	10	R/X	5	10
0	0	0	0.48	68	39
0.01	1	1	0.50	74	42
0.02	1	1	0.52	80	46
0.03	1	1	0.54	86	49
0.04	1	1	0.56	93	53
0.05	1	1	0.58	100	57
0.06	1	1	0.60	107	61
0.07	1	1	0.62	114	65
0.08	1	1	0.64	121	69
0.09	1	1	0.66	129	74
0.10	3	2	0.68	137	78
0.12	4	2	0.70	145	83
0.14	6	3	0.72	153	88
0.16	8	4	0.74	162	93
0.18	10	6	0.76	171	98
0.20	12	7	0.78	180	103
0.22	14	8	0.80	190	108
0.24	13	10	0.82	199	113
0.26	20	11	0.84	209	119
0.28	23	13	0.86	218	126
0.30	27	15	0.88	229	131
0.32	30	17	0.90	239	138
0.34	34	20	0.92	250	143
0.36	38	22	0.94	261	149
0.38	43	24	0.96	273	156
0.40	47	27	0.98	284	162
0.42	52	30	1.00	296	169
0.44	57	33	1.02	303	173
0.46	63	36	1.04	313	179

Nota. Fuente ingenieriaindustrialonline.com

1.3.5. Cursograma analítico

El cursograma que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda. El curso grama analítico se establece en forma análoga al sinóptico, pero utilizando, además de los símbolos de operación e inspección, los de transporte, espera y almacenamiento. Este tipo de cursograma tiene tres bases: el operario, el material y el equipo.

Cursograma de operario: Se registra todo lo que lleva a cabo el operador.

Cursograma de material: Se realizan todas las acciones que se le hacen al material.

Cursograma de equipo: Se registra todo el trabajo que se realiza desde la óptica del equipo.

1.3.6. Diagramas de flujo

El (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2022) menciona:



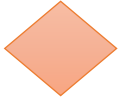
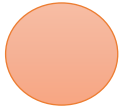

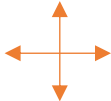

Los diagramas de flujo representan en forma gráfica la secuencia que siguen las operaciones de un determinado procedimiento y/o recorrido de las formas o materiales. Muestran unidades administrativas (procedimiento general) o los puestos que intervienen (procedimiento detallado) para cada operación descrita, y puede indicar, además, el equipo que se utilice en cada caso. Sabemos que los diagramas de flujo se utilizan principalmente en el análisis de procedimientos; sin embargo, presentados en forma sencilla y accesible dentro del manual, proporcionan una descripción de conjunto, que facilita la comprensión de los mismos.

1.3.6.1. Simbología de diagrama de flujo

(INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA, 2022) En el diseño de los diagramas de flujo se utilizan diferentes tipos de simbología, según su finalidad, cada uno de los cuales corresponde a una norma internacional que establece un significado específico para cada símbolo.

Cuadro I-2

Simbología de diagramas de flujo

Símbolo	Significado	¿Para qué se utiliza?
	Inicio/ Fin	Indica el inicio del flujo.
	Actividad o Proceso	Representa la realización de una operación o actividad que compone un proceso.
	Decisión	Indica un punto dentro del diagrama de flujo donde se pueden seguir varios caminos alternativos, si es necesario.
	Conector	Representa la continuidad del diagrama. Une dos actividades no consecutivas en una misma página. Dentro del conector se utilizan letras para llevar a cabo el consecutivo.
	Conector de pagina	Simboliza la continuidad del diagrama en otra página diferente en la que continua el diagrama. Dentro del conector se utilizan números para llevar el consecutivo.
	Líneas de flujo	Conectan los símbolos, indicando el orden en que se deben realizar las actividades.
	Resultados	Producto o resultado.

Nota. Este cuadro muestra a detalle cómo se debe utilizar las simbologías de diagrama de flujo. Fuente MIDEPLAN 2009

1.3.7. Diagrama de funciones cruzadas

(INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA, 2022) Diagrama de funciones cruzadas consta de calles (carriles). En la parte superior de cada uno de ellos se debe anotar el nombre de la entidad organizativa (unidad, gerencia, dirección o entidad externa) que ejecutará las actividades correspondientes a ese carril. Cabe aclarar que siempre se debe reservar un carril al lado derecho para incluir observaciones. Si varios involucrados de diferentes unidades llevan a cabo, de manera conjunta, una actividad, se debe incluir un carril.

“mixto”, que indica que la ejecución de las actividades identificadas constituye una responsabilidad compartida.

Ejemplo de organización de los carriles en un diagrama de funciones.

Cuadro I-3

Simbología del diagrama de flujo de funciones cruzado

1. Nombre del proceso			
Involucrados	Gerente de diseño organizacional (GDO)		
	Técnico de diseño organizacional (TDO)		
	Gerente de servicio administrativo (GSA)		
	Director de servicio corporativo (DSC)		
Gerente de diseño organizacional	Gerente de servicios administrativos	Mixto	Observaciones

Nota. Este cuadro muestra las simbologías que se debe utilizar en un diagrama de funciones cruzadas. Fuente: Instituto interamericano de cooperación para la agricultura.

1.3.8. Diagrama Ishikawa

Llamado también diagrama causa-efecto. El método consiste en definir la ocurrencia de un evento o el problema no deseable, esto es, el efecto, como la cabeza de pescado y después de identificar los factores que contribuyen a su conformación, esto es, las causas, como las espinas del pescado unidas a la columna vertebral y a la cabeza del pescado (Freivalds, 2009).




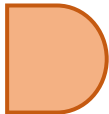

1.3.9. Diagrama de operaciones de proceso

El diagrama de análisis de operaciones es la representación gráfica de la secuencia de las operaciones e inspecciones realizadas y de puntos en que entran los materiales al proceso; este diagrama facilita una rápida visualización del proceso a fin de simplificarlo. El DOP representa en lo posible lo ideal, normalmente es utilizado en operaciones secuenciales (Felipe Gutarra Meza, 2015).

1.3.9.1. Símbolos de los diagramas del proceso

Cuadro I-4

Símbolos del diagrama del proceso

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
Operación		Representa toda acción de modificación de las características físicas o químicas de un material.
Transporte		Representa el desplazamiento físico de material.
Inspección		Representa toda acción de inspección o verificación del material, también puede ser la revisión de las características de calidad del mismo.
Espera		Esta ocurre cuando, a excepción de que se esté realizando alguna operación sobre el material, se requiere una detención transitoria del proceso a espera de un acontecimiento determinado.
Almacenamiento		Este ocurre cuando un objeto es mantenido en espera para efectos de conservación o reposo de acuerdo a lo definido en el proceso.

Nota. Este cuadro muestra los símbolos del diagrama de procesos. Fuente: Simbologías del diagrama de proceso.

1.3.10. El diagrama de proceso operativo

Establece requerimientos mínimos para el diseño, construcción y la puesta en servicio de instalaciones eléctricas interiores en baja tensión y contiene exigencias de seguridad.

1.3.11. Diagrama de proceso bi manual

Para este diagrama se utilizan generalmente los símbolos descritos para identificar las actividades del proceso, aunque en la práctica realmente se utilizan con mayor frecuencia las correspondientes a operación transporte y espera. Como el diagrama bimanual se emplea principalmente para estudiar los movimientos de las manos y algunas veces de los pies, rara vez se utiliza el símbolo de inspección, ya que se clasifican como operaciones los movimientos de las manos para inspeccionar un artículo. Es evidente que no cabe utilizar el signo de almacenamiento. La inactividad de una mano es normalmente temporal y por consiguiente una espera (Durán, 2007).

1.3.11.1. Composición de diagrama bimanual

Según (Kanawaty, INTRODUCCION AL ESTUDIO DE TRABAJO, 1957) el formulario de diagrama deberá comprender:

- Espacio en la parte superior para la información habitual.
- Espacio adecuado para el croquis del lugar de trabajo (equivalente al del diagrama de recorrido que se utiliza junto con el Cursograma analítico) o para el croquis de las planillas, etc.
- Espacio para los movimientos de ambas manos.
- Espacio para un resumen de movimientos y análisis del tiempo de inactividad

Al componer diagramas conviene tener presentes estas observaciones:

- Estudiar el ciclo de las operaciones varias veces antes de comenzar las anotaciones.
- Registrar una sola mano cada vez.
- Registrar unos pocos símbolos cada vez.
- La acción de recoger otra pieza al comienzo de un ciclo de trabajo se presta para iniciar las anotaciones.

- Registrar las acciones en el mismo renglón solo cuando tienen lugar al mismo tiempo.
- Las acciones que tiene lugar sucesivamente deben registrarse en renglones distintos.

1.3.12. Equipo de protección personal

(Kanawaty, INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO, 1957) expresa que ciertos riesgos profesionales graves, ni la prevención técnica ni las disposiciones administrativas pueden ofrecer un grado suficiente de protección. Por consiguiente, es necesario aplicar un tercer tipo de defensa, a saber, el equipo de protección personal. Este tipo de equipo está justificado en situaciones de emergencia, como un accidente grave, un escape o un incendio, o en circunstancias excepcionales como el trabajo en un lugar confinado. En los demás casos el suministro y el mantenimiento de tal equipo puede resultar costoso y algunos trabajadores es posible que se resistan a utilizarlo. Es aconsejable, por lo tanto, que representantes de la dirección y de los trabajadores examinen antes conjuntamente este asunto y recaben la opinión del comité de salud y seguridad, si lo hay.

1.3.13. Manual de mantenimiento

(Garrido, 2003) Definimos habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible y con el máximo rendimiento.

1.3.13.1. Finalidad del mantenimiento

La finalidad del mantenimiento consiste en conseguir el máximo nivel de efectividad en el funcionamiento del sistema productivo y de servicios con la menor contaminación del medio ambiente y mayor seguridad para el personal y menor costo posible.

1.3.14. Método cualitativo por puntos

Este método consiste en definir los principales factores determinantes de una localización para asignarle valores ponderados de peso relativo, de acuerdo con la importancia que se atribuye.

El peso relativo sobre la base de la suma total igual a 1, depende fuertemente del criterio y la experiencia del evaluador.

Cuadro I-5

Método de evaluación cualitativa por puntos

FACTOR	PESO	OPCION 1		OPCION 2	
		CALIFICACION	PONDERACION	CALIFICACION	PONDERACION
Factor A	P1	C1	P1	C1	P1
Factor B	P2	C1	P2	C2	P2
Total	1		PT		PT

Nota. Elaboración propia en base a técnicas de investigación. Fuente: Calificación por factores.

1.4. Metodología

1.4.1. Investigación aplicada

El interés de la investigación aplicada es práctica, pues sus resultados son utilizados inmediatamente en la solución de problemas. Las metodologías en los trabajos de investigación aplicada se componen en tres etapas empresariales cotidianas. La investigación aplicada normalmente identifica la situación problema y busca, dentro de las posibles soluciones, aquella que pueda ser la más adecuada para el contexto específico (Horna, 2010).

1.5.Descripción de diseño mecánico

1.5.1. Sistemas de embotellado

De acuerdo a los requerimientos de cada empresa embotelladora, distribución de Lay Out y designación económica disponible de la empresa, el proceso de llenado se realiza en tres métodos.

- ✓ Manuales, directamente supervisados por un operario. La máquina proporciona la fuerza y la energía, pero el operario proporciona el control.
- ✓ Semiautomáticos, un programa en la máquina se ocupa de una parte del ciclo y el operario se ocupa de algunas partes del proceso.
- ✓ Automáticos, las máquinas operan largos periodos de tiempos sin intervención del operario. Se requiere su vigilancia para observar fallas del proceso que no detecta el sistema de control.

1.5.2. Equipo de envasado de líquidos

1.5.2.1.Envasadora automática lineal para líquidos

Estas máquinas logran velocidades de producción moderadas, son sumamente prácticas ya que no requieren de piezas o accesorios para realizar cambios de formato de presentación, operan de forma automática, brindando un proceso eficiente y confiable. Son utilizadas en plantas embotelladoras de mediana producción, se las puede clasificar dependiendo del método que se va a utilizar para el envasado.

A continuación, se detallan dos métodos:

1.5.3. Proceso de llenado de líquidos

Este proceso se realiza mediante una máquina que introduce el producto internamente en un envase.

- Llenadora semi automática, las máquinas realizan el trabajo en conjunto con el operador.
- Llenadora automática realizan la operación sin intervención directa del operario.

1.5.3.1.Llenado por Gravedad

Se analiza este método de llenado debido a que resulta más económico en cuanto a costo del tanque, lo que permite utilizar un tanque hidroneumático, el tanque de

almacenamiento elevado suministra el líquido por el simple efecto de la gravedad, por lo que se debe determinar la altura para obtener las condiciones de llenado deseadas.

1.5.4. Proceso de sellado

Posterior a la etapa de llenado se realiza el sellado de la botella.

(Sailema, 2013) Expresa que en los procesos de sellado intervienen tres elementos, el posicionador, dosificador de tapones y el taponador propiamente dicho, también puntualiza que los sistemas principales de sellado son:

1.5.4.1.Cierre a rosca

De manera mecánica por ruedas, por cabezales actuados de manera mecánica, por cabezales actuados por motores neumáticos o por cabezales actuados por motores eléctricos.

1.5.4.2.Encorchado manual

Para esta máquina se debe colocar la botella sobre la base negra, esta plataforma tiene una moldura que permite que la botella quede bien asentada, al estar la botella posicionada de esa forma se introduce el corcho por la parte superior de la máquina, al bajar la palanca, la máquina comprime el corcho reduciendo su grosor y lo empujara al interior de la botella sin esfuerzo.

1.5.5. Sistemas de transporte:

(CENTENO QUINZO RAÚL JESÚS, 2022) Es un sistema muy empleado en la industria para llevar un producto o material de un punto a otro de manera continua, para el campo alimenticio se fabrican en acero inoxidable AISI 304; entre el tipo de transportador más habitual se considera el de placas articuladas.

1.5.5.1.Transporte por placas articuladas

Las placas articuladas poseen una superficie uniforme que permite el traslado de productos, utilizadas principalmente para envases de vidrio y plástico. Las placas pueden ser de plástico o de acero, generalmente utilizados en una línea de llenado de media o alta capacidad, su principal función es el traslado del producto de una estación a otra, incluso dentro de un mismo equipo, de esta manera se evita el contacto del operador con el producto. Por su alta eficiencia este tipo de transporte es utilizado

principalmente en la industria alimenticia. Estos sistemas de transporte pueden utilizar o no control eléctrico independiente para su operación.

Para la determinación de cantidad de cinta transportadora se basara en los pasos que recomiendan los autores (RODOLFO PAZ SALAZAR, 2021)

1.5.5.1.1. Cálculo de longitud de cinta transportadora

Paso1 Calcular el tiempo de traslado de las botellas hacia el final de la cinta transportadora

$$t = \frac{\text{masa de la botella kg}}{\text{capacidad máxima requerida } \frac{\text{kg}}{\text{hr}}} \quad \text{Ec.(I- 6)}$$

Esta ecuación permite conocer la velocidad de la cinta transportadora

Paso 2 Calcular el peso e botella vacía y llena

Para estas ecuaciones se adaptó al peso de las botellas y bebidas

Peso de botella vacía

$$P_B = 11105 \frac{N}{m^3} * \frac{9.81m}{s^2} * 0.001^3 \quad \text{Ec.(I- 7)}$$

Peso de botella llena

$$P_{EL} = 4.5788Kg * \frac{9.81m}{s^2} + 10.953N \quad \text{Ec.(I- 8)}$$

Paso 3 Calcular la longitud de la cinta en ida y vuelta

$$Lb = (2 * Lc) + (Dp * \pi) \quad \text{Ec.(I- 9)}$$

Lc: Longitud de la cinta transportadora

Dp: Diámetro primitivo de engranaje

Paso 4. Calcular la variación de longitud debido a la catenaria

$$\Delta c = \frac{2.66 * (Hc)^2 * U}{Lrcd} \quad Ec.(I- 10)$$

Hc: Altura de la catenaria

Lrcd: distancia entre los rodillos de retorno

U: número de catenarias en la banda

Paso 5. Calcular la variación de longitud debido a las temperaturas

$$\Delta t = (Lb + \Delta c) * (T2 - T1) * e \quad Ec.(I- 11)$$

T2: temperatura de trabajo °C

T1: temperatura de ambiente °C

e: coeficiente de expansión térmica lineal °C

Paso 6. Calcular la longitud requerida de banda

$$Lb = Lb + \Delta c + \Delta t \quad Ec.(I- 12)$$

Lb: longitud de banda requerida

Lb: Longitud de banda en ida y vuelta

Δc : Variación de longitud debido a la catenaria

Δt : Longitud de variación debido a la temperatura

1.5.5.1.2. Cálculo de selección de motor para accionamiento de cinta transportadora

Para realizar el cálculo de potencia necesaria para la selección del motor, se sigue las formulas planteadas por (Baldeón, 2021).

Paso 1 Calcular el torque

$$T_m: T_r + T_i \quad \text{Ec. (I- 13)}$$

T_m : par motor

T_r : par resistente

T_i : par inercial

$$T_i = F_i * R \quad \text{Ec. (I- 14)}$$

$$F_i = m * a \quad \text{Ec. (I- 15)}$$

$$a = \frac{V_f - V_i}{t} \quad \text{Ec. (I- 16)}$$

a : aceleración

V_f : velocidad de la cinta transportadora

V_i : velocidad inicial de la cinta transportadora

Paso 2 Calcular la velocidad angular

$$\omega = \frac{V_f}{R} \quad \text{Ec. (I- 17)}$$

Vf: velocidad de la cinta transportadora

R: Radio de cilindro

Paso 3 calcular la potencia de motor necesaria

$$Pot = Tm * w$$

Ec.(I- 18)

Paso 4 Calcular la potencia de motor para su funcionamiento de la cinta

$$Pot\ motor = \frac{Pot\ Necesaria * 25}{100} + PotNecesaria$$

Ec.(I- 19)

1.5.5.1.3. Selección de Conductor eléctrico

(RODOLFO PAZ SALAZAR, 2021) Para seleccionar el calibre d conductor adecuado se determina la corriente nominal del motor trifásico de acuerdo a la fórmula.

$$I = \frac{POTmotor * 1000}{\sqrt{3} * v * cos\varphi * n}$$

Ec.(I- 20)

I: corriente del motor en Amp.

cosφ: Factor de potencia

n: eficiencia del motor

v: voltaje

1.5.6. Sistema de llenado

1.5.6.1.Velocidad de la cinta transportadora

$$v = \frac{x}{t}$$

Ec.(I- 21)

x: Distancia recorrida

t: tiempo de traslado

1.5.6.2. Caudal de salida del sistema de llenado

v= volumen dentro de la botella

t=tiempo de llenado

$$Q = \frac{v}{t} \quad \text{Ec.(I- 22)}$$

1.6. Descripción de diseño automático

1.6.2. Elementos de procesos para automatizar

Un proceso a automatizar requiere tener en cuenta un conjunto de elementos, cada uno de los cuales realiza su función dentro del proceso

➤ **Entrada de ordenes**

Permiten al operador la entrada de datos mediante un pulsador, siendo el más utilizado en la industria, se utiliza el pulsador de color verde para el permiso de arranque por centello del pulsador.

➤ **Entrada de información**

Las magnitudes a detectar son varias: temperatura, presión, caudal, velocidad, etc.

➤ **Salida de información:**

En algunos casos se encarga de la comunicación con el operador, son elementos binarios de tipo activado/desactivado, etc.

1.6.3. Elementos complementarios para procesos eléctricos

1.6.3.1. Funcionamiento por pulsos

Puesto que un pulsador vuelve a su posición original cuando se deja de ejercer presión sobre su superficie; en condiciones normales de funcionamiento, los circuitos de mando gobernados mediante pulsadores únicamente pueden ser activados de manera intermitente, es decir a saltos o pulsos. En estas situaciones no es necesario disponer de un pulsador de paro, puesto que el propio pulsador de marcha es el que detiene el circuito cuando deja de ser accionado.

1.6.3.2.Pulsadores

Para (Julián Rodríguez Fernández, 2014) los pulsadores se caracterizan porque una vez activados, únicamente se mantienen en este estado mientras dure la presión sobre su superficie. En el momento que se deja de presionar un pulsador este vuelve a su estado de reposo. Son sin lugar a duda, los dispositivos de maniobra más utilizados en los circuitos de mando de las instalaciones de automatismos industriales. Generalmente se codifican bajo un código de colores, siendo:

De color verde, el pulsador de marcha. Tendrá asociado un contacto normalmente abierto.

1.6.3.3.Accionadores

Los Accionadores son los que se encargan de hacer funcionar el proceso por ejemplo un motor necesita un variador de frecuencia para su funcionamiento.

Los sistemas industrializados llevan a cabo tareas repetitivas teniendo resultados consistentes.

En muchas industrias los procesos de embotellado en la actualidad apuestan por la automatización e industrialización de procesos que permite tener muchos beneficios para la empresa.

1.6.4. Componentes necesarios para el sistema de control automático

1.6.4.1.PLC Logo Básico

Un controlador lógico programable (PLC) o controlador programable es una computadora digital industrial que ha sido reforzada y adaptada para el control de procesos de fabricación, como líneas de ensamblaje o dispositivos robóticos o cualquier actividad que requiera alta confiabilidad, facilidad de programación y automatización de procesos.

1.6.4.2.Variador de frecuencia

(ENRQUE MANDADO PEREZ, 1997) Dado que la velocidad de un motor de corriente alterna depende directamente de la frecuencia; los sistemas y accionamientos

de velocidad variable han estado desde siempre asociados a los motores de corriente continua, ya que su control resulta más sencillo, dejando relegados a los motores de corriente alterna a trabajos y aplicaciones de velocidad constante.

Un variador de frecuencia permite un sistema de control de velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC), mediante un control de frecuencia de alimentación suministrada al motor. Son dispositivos electrónicos que pueden variar la velocidad y la cupla de motores asincrónicos trifásicos, convirtiendo magnitudes fijas y tensión de red.

Principio de funcionamiento

Para motores trifásicos se clasifica en

- Rotor bobinado
- De rotor en cortocircuito (jaula de ardilla)

Cuadro I-6

Ventajas y desventajas del variador de frecuencia

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Comunicación mediante bus industrial que permite conocer en tiempo real el estado del variador, motor e historial de fallos que facilita el mantenimiento. ▪ No tiene factor de potencia $\cos \phi=1$ que evita el uso de baterías de condensadores, permitiendo ahorro económico por consumo energético ▪ Los arranques y paradas son controlados y suaves, el consumo energético se adapta a la exigencia del motor. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La instalación, programación y mantenimiento debe ser realizada por personal calificado. ▪ Requiere estudio de las especificaciones del fabricante. ▪ Requiere un tiempo para realizar la programación.

Nota. Elaboración propia en base a autómatas programables y sistemas de automatización. Fuente. Enrique Mandado 1997

La frecuencia o Hertz está directamente relacionada con la velocidad del motor (RPM).

Consideraciones para control de velocidad de los motores trifásicos

Según (HIMILCE) los parámetros para modificar la velocidad son los siguientes:

Si se reduce la frecuencia es necesario reducir la tensión o de lo contrario el flujo magnético será demasiado elevado y el motor se saturará. Por tal motivo también es necesario controlar la tensión.

Si se eleva la frecuencia por encima del valor nominal del motor, se necesitará más tensión, de la nominal para mantener el flujo, usualmente esto es imposible por la limitación de tensión de la fuente. Por ello existe menos torque disponible sobre la velocidad nominal del motor.

Por otro lado, para poder controlar la velocidad de un motor de C.A. estándar es necesario controlar la frecuencia y tensión aplicadas. A pesar de que es difícil controlar la tensión y las frecuencias a potencias elevadas, el uso de un motor de inducción estándar permite un sistema de control de velocidad a un costo razonable.

Protecciones del variador de frecuencia

En el caso del variador SIEMENS MICROMASTER considera el caso de 12t para ayudar a proteger el motor, parámetro (P074) y el uso de un motor con una protección integrada con PTC.

Variador Sinamcs Siemens

Los variadores de frecuencia SINAMINCS ofrecen un control y parametrización más avanzada que los variadores tradicionales.

1.6.4.3. Válvulas de llenado

Son elementos que impiden o limitan la salida de un líquido hasta que por algún medio mecánico, neumático o eléctrico se abre para dar paso a la salida del mismo. (Richard Lavayen García, 1992).

1.6.4.3.1. Válvulas de baja presión

El paquete electromagnético, compuesto por un solenoide y su correspondiente tragante y o núcleo móvil, y un cuerpo de válvula conteniendo los orificios de entradas, pasajes y salida. Sobre los orificios de pasaje actúan obturadores del tipo aguja o

guillotina, de metal elastómeros o PTFE. En algunos modelos el cierre es de corredera, con aros sellos. Desde el punto de vista funcional se componen de dos bobinas, una por cada posición, y pueden trabajar con pulsos de corriente. En el caso de 3 vías monoestables pueden tener varias denominaciones de acuerdo a la forma de trabajo para el desarrollo de este trabajo se utiliza válvulas normalmente cerradas. (JEFFERSON, 2019)

1.6.4.4.Motor trifásico

(Fernández, 2018) menciona que un motor trifásico es una maquina eléctrica rotativa, capaz de convertir la energía eléctrica trifásica en energía mecánica, la energía eléctrica trifásica origina campos magnéticos rotativos en el bobinado del estator lo que provoca que el arranque de estos motores no necesite circuito auxiliar, son más pequeños y livianos que un monofásico.

Partes del motor

Estator: Constituye la parte fija del motor, elemento que opera como base partiendo de la rotación del motor. Está constituido por una carcasa en la que está fijada una corona de chapas de acero al silicio provistas de ranuras.

Rotor: Es la parte móvil del motor situado en el interior del estator y consiste en un núcleo de chapas de acero al silicio apiladas que forman un cilindro, en el interior del cual se dispone un bobinado eléctrico, los más utilizados son rotor jaula de ardilla y rotor bobinado.

Carcasa: Es la parte que protege y cubre al estator y rotor.

Placa de bornes: Llamada también caja de conexiones, protege a los conductores que alimentan al motor, resguardándolos de la operación mecánica del mismo.

1.6.4.5.Temporizador

Un temporizador es un tipo de relé con retardo; es decir, desde que aplicamos el impulso al temporizador hasta que este cierra los contactores, pasará un tiempo.

Actualmente los temporizadores se encuentran como accesorios a los contactores colocándose encima de estos mediante un sencillo sistema de anclaje.

1.6.5. Materiales para instalación eléctrica

1.6.5.1. Cableado

El cableado de la instalación ha de ser adecuado tanto en sección como en longitud, ya que influye notablemente en la caída de tensión en el caso de tener longitud y sección excesiva, si el cable tiene una sección inferior a una densidad de 5 A por mm² este se puede llegar a recocer y refundirse. Por lo tanto, es muy importante el cálculo de la sección para poder hacer llegar la energía adecuada a los consumidores (ÓSCAR BARRERO DOBLADO, 2016).

1.6.5.2. Disyuntor térmico

Los disyuntores térmicos son los del tipo más corriente para circunstancias tales como motores pequeños, circuitos domésticos y cargadores de batería. Los disyuntores térmicos pueden tener reposición manual o automática. La reposición automática lo repondrá después de que el disyuntor se haya enfriado. El enfriamiento tarda unos cuantos minutos. La reposición automática se usa cuando la sobrecarga puede autocorregirse. Los disyuntores térmicos utilizan tiras bimetálicas o discos como elementos sensibles a la corriente. (Fowler, 1994).

1.6.5.3. Impulsadores

(Nistral, 1992) Impulso a la activación: tipo de relé temporizado que envía un impulso a los contactos al finalizar el tiempo fijado.

Impulso a la desactivación: similar al anterior, pero ahora el impulso será a la desconexión.

1.7. Marco Legal

En este punto del proyecto se establece los requerimientos mínimos que se deben cumplir en el diseño y desenvolvimiento en servicio de instalaciones eléctricas a través de normas que la respalden.

1.7.2. Aspectos técnicos y otras consideraciones

REGLAMENTO TÉCNICO DEL INSTITUTO BOLIVIANO DE METROLOGÍA EN EL MARCO DEL DECRETO SUPREMO No 295119

ARTICULO 1 Objeto y campo de aplicación: el presente reglamento tiene por objeto reglamentar:

La verificación metrológica legal de control de la cantidad en productos envasados y comercializados en todo el territorio nacional, en defensa de los intereses del consumidor y para apoyar a la industria en lo que respecta a la credibilidad del contenido efectivo de sus productos envasados, en el marco de lo establecido Cantidad nominal: se entenderá como cantidad nominal a aquella declarada en la etiqueta del envase de un producto.

NB BOL272:2001 5 requisitos principales para el diseño y construcción de resguardos

Aspectos de la máquina - Generalidades – aspectos ergonómicos- resguardos de cierre automático

En el diseño y aplicación de los resguardos son necesarias consideraciones de aspectos previsibles del ambiente y operación de la máquina durante su vida útil. Una inadecuada consideración de estos aspectos puede conducir a una maquina inoperable o insegura.

Los resguardos se deben diseñar y construir teniendo en cuenta los principios ergonómicos.

La apertura de un resguardo de cierre automático se debe limitar a lo estrictamente requerido para el pasaje de la pieza.

NB 777 INSTALACIONES CON MOTORES DE USO INDUSTRIAL – CONDICIONES GENREALES DE INSTALACION

Los motores de más de 3 hp no deben alimentarse con conductores inferiores al N° 12 AWG de cobre de 4mm².

Los motores deben instalarse en condiciones que permitan una adecuada ventilación y un fácil mantenimiento. (NB777, 2017)

1.7.2.1.Motores solos

Los conductores de alimentación que alimentan un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior a 125% de la intensidad a plena carga del motor en cuestión.

Figura I-2

Factores de dimensionamiento de alimentación de régimen no permanente

Tipo de régimen	Periodo de funcionamiento			
	5 minutos	15 minutos	30 – 60 minutos	Mas de 60 minutos
Breve duración (operación de válvulas o descenso de rodillos y otros similares)	1.1	1.2	1.5	
Intermitentes (bombas, ascensores, montacargas, puentes levadizos, máquinas herramientas, tornamesas, etc.)	0.85	0.85	0.9	1.4
Periódicos (rodillos, laminadores, etc.)	0.85	0.9	0.95	1.4
Variables	1.1	1.2	1.5	2

Nota. Este cuadro muestra el tiempo de funcionamiento de motores. Fuente: NB 777

1.7.2.2.Circuitos de motores

Los motores que se accionan automáticamente a distancia, o aquellos que no se controlan y permanentemente deben ser protegidos por guarda motores, o por dispositivos equivalentes.

Después de accionarse los guardas motores, deberá impedirse una nueva conexión automática de los motores. (IBNORCA, 2007).

Figura I-3

Grados de proteccion usuales de motores electricos

Motor		1ra. cifra		2da. Cifra
		Protección contra contactos	Protección contra cuerpos extraños	Protección contra agua
MOTORES ABIERTOS	IP00	No tiene	No tiene	No tiene
	IP02	No tiene	No tiene	Gotas de agua hasta una inclinación de 15° con la vertical
	IP11	Toque accidental con la mano	Cuerpos extraños sólidos de dimensiones mayores a 50 mm	Gotas de agua verticales
	IP12	Toque accidental con la mano	Cuerpos extraños sólidos de dimensiones mayores a 50 mm	Gotas de agua hasta una inclinación de 15° con la vertical
	IP13	Toque accidental con la mano	Cuerpos extraños sólidos de dimensiones mayores a 50 mm	Gotas de agua hasta una inclinación de 60° con la vertical
	IP21	Toque con los dedos	Cuerpos extraños sólidos de dimensiones mayores a 12 mm	Gotas de agua verticales
	IP22	Toque con los dedos	Cuerpos extraños sólidos de dimensiones mayores a 12 mm	Gotas de agua hasta una inclinación de 15° con la vertical
	IP23	Toque con los dedos	Cuerpos extraños sólidos de dimensiones mayores a 12 mm	Gotas de agua hasta una inclinación de 60° con la vertical
MOTORES CERRADOS	IP44	Toque con herramientas	Cuerpos extraños sólidos de dimensiones mayores a 1 mm	Proyecciones en todas las direcciones
	IP54	Protección completa contra toque	Protección contra acumulaciones de polvo	Proyecciones en todas las direcciones
	IP55	Protección completa contra toque	Protección contra acumulaciones de polvo	Chorros de agua en todas las direcciones
	IP56	Protección completa contra toque	Protección contra acumulaciones de polvo	Numeración temporaria
	IP65	Protección completa contra toque	Protección contra polvaredas	Chorros de agua en todas las direcciones

Nota. Este cuadro muestra el grado de protecciones de motores contra agua y cuerpos extraños. Fuente: NB777

1.7.3. Aspectos de seguridad

Según las normas OHSAS 18001 las condiciones mínimas que se debe cumplir son las siguientes.

1.7.3.1. De la prevención y protección contra incendios

Art. 90. Todos los lugares de trabajo deben tener los medios mínimos necesarios para prevenir y combatir incendios.

Art 92. Todos los lugares de trabajo deben contar, de acuerdo al tipo de riesgos de incendios que se presenta, con: abastecimiento de agua a presión, hidratantes y accesorios, rociadores, extintores, otros.

1.7.3.2. Del resguardo de la maquinaria

Art. 107. Resguardo de maquinaria comprende los medios de protección construidos en forma segura y adecuada.

Art. 108. Se protegerán todas las partes móviles de los motores primarios y las partes peligrosas de las maquinarias de trabajo.

1.7.3.3. Del equipo eléctrico

Art 123. Todos los equipos e instalaciones eléctricas serán construidos instalados y conservados, de tal manera que prevenga el peligro de contacto directo con los elementos energizados y riesgo del incendio.

Art 133. Todos los conductores eléctricos estarán propiamente aislados y fijados sólidamente

Art 143. En todo trabajo eléctrico se debe hacer señalización correspondiente a fin de evitar accidentes por la ausencia de estos.

CAPÍTULO II

ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE EMBOTELLADO ACTUAL

2.1.Introducción


En este capítulo del trabajo se recolectó información primaria con visitas constantes a la empresa por método de observación y reuniones duales con el gerente propietario.

Ficha técnica del producto

Se realiza el estudio del presente trabajo al envasado de producto de la línea Vinos en Damajuanas 4,650 cc, siendo que el embotellado de este producto se realiza manualmente.

Cuadro II-

Ficha técnica vino en damajuana

		FICHA TÉCNICA DESCRIPCIÓN DE PRODUCTO	Código: FTD- BLV-01
			Versión: 01
NOMBRE DEL PRODUCTO	VINO DAMAJUANAS EN 4. 650 cc.		
	Descripción general Son vinos jóvenes y frescos elaborados con uvas seleccionadas de los valles de Tarija		
VINOS EN DAMAJUANA	Tinto y Blanco -Cepas Chapacas -El Viejo Toro -Viejo Tonel Hermanos -La Victoria		
PRESENTACIÓN	-Botellas: Vidrio-PET 4.660cc -Capsula: Corcho Sintético -Tapa rosca -Canastillo -Etiqueta termo contraíble		

COMPOSICIÓN	Uvas seleccionadas Uva favorita – Shirak
ESPECIFICACIONES FÍSICAS	Longitud: 33cm Diámetro: 23cm Peso de unidad: 5.68kg
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	Consistencia frutado y floral Vino tinto: Aspero Bi varietal de uvas Riviere y Favorita Diaz Color: Rubí Vino blanco: Blanco áspero, fresco y joven Color: amarillo pálido
ROTULADO	Nombre de la empresa Ubicación de la empresa Logo de la empresa Tipo de vino Grado alcohólico Contenido neto Registro SENASAG NIT de la empresa Nombre del gerente propietario Ubicación Teléfono- Celular
INSTRUCCIONES DE CONSUMO	Almacenar y conservar en lugar fresco y seco Población Mayores de 18 años

Nota. En el cuadro se muestra la descripción de ficha técnica del producto. Elaboración propia.

2.2.Descripción del proceso de embotellado actual

La línea de damajuanas en el proceso de embotellado está dividida en varias etapas, estas operaciones son llevadas a cabo por diferentes operarios en cada etapa se especifica la cantidad promedio de operarios, de manera detallada se describe el proceso de embotellado actual en bodegas “La Victoria”.

Recepción de pedido en gerencia: En gerencia se recepciona la cantidad de pedido a embotellar en damajuanas.

Transporte de botellas al área de embotellado: Una vez recibida la orden de embotellado del área de gerencia, 3 operadores se encargan de transportar las cantidades de botellas indicadas de manera manual al área de envasado, los mismos que deben verificar el estado de la botella antes de que estas ingresen a la alimentación.

Preparación previa de equipos: Previo al proceso de embotellado se debe preparar los equipos y accesorios para cada lote de vino en damajuanas, el cual consiste en el posicionamiento de las mesas.

Toma de muestra de vino: El Enólogo o jefe de producción, se encarga de tomar una muestra de laboratorio de 1000ml para realizar los análisis necesarios que deben estar dentro de los parámetros establecidos.

Llenado de botellas: En esa operación existen 4 operadores que incorporan las botellas a cada boquilla de llenado de líquido haciendo una inspección del volumen del mismo.

Tapado: De acuerdo al lote de producción sea botellas pets o vidrio.

Corcho: El operador remoja los corchos en agua e inmediatamente se incorporan las botellas llenas a la mesa de encorchado en donde 1 operador se encarga de este proceso.

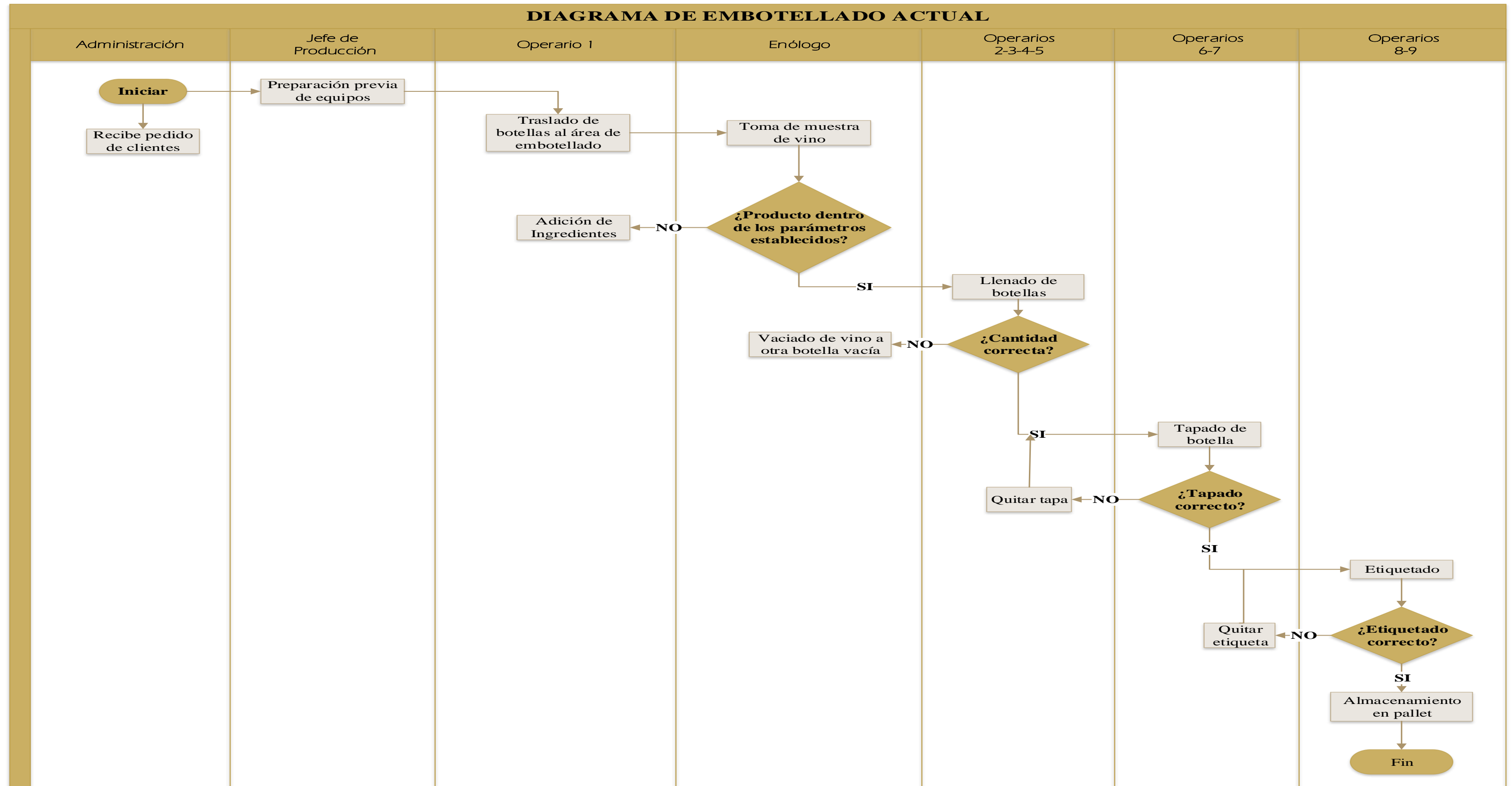
Tapa rosca: El operador debe colocar una tapa con anillo de seguridad en la parte superior de la botella, ajustar y presionar.

Etiquetado: Posteriormente 4 personas se encargan de trasladar las botellas encorchadas al área de etiquetado en donde se coloca el etiquetado de nylon e inmediatamente pasan por el horno termo contraíble.

Almacenamiento en pallets: En la siguiente operación existen 3 operadores que se encargan de organizar los pallets y adicionalmente 2 personas se encuentran al final del horno termo contraíble para situar las botellas ya etiquetadas en los pallet.

2.3. Diagrama de flujo de funciones cruzadas
Figura 2-1

Diagrama de funciones cruzadas

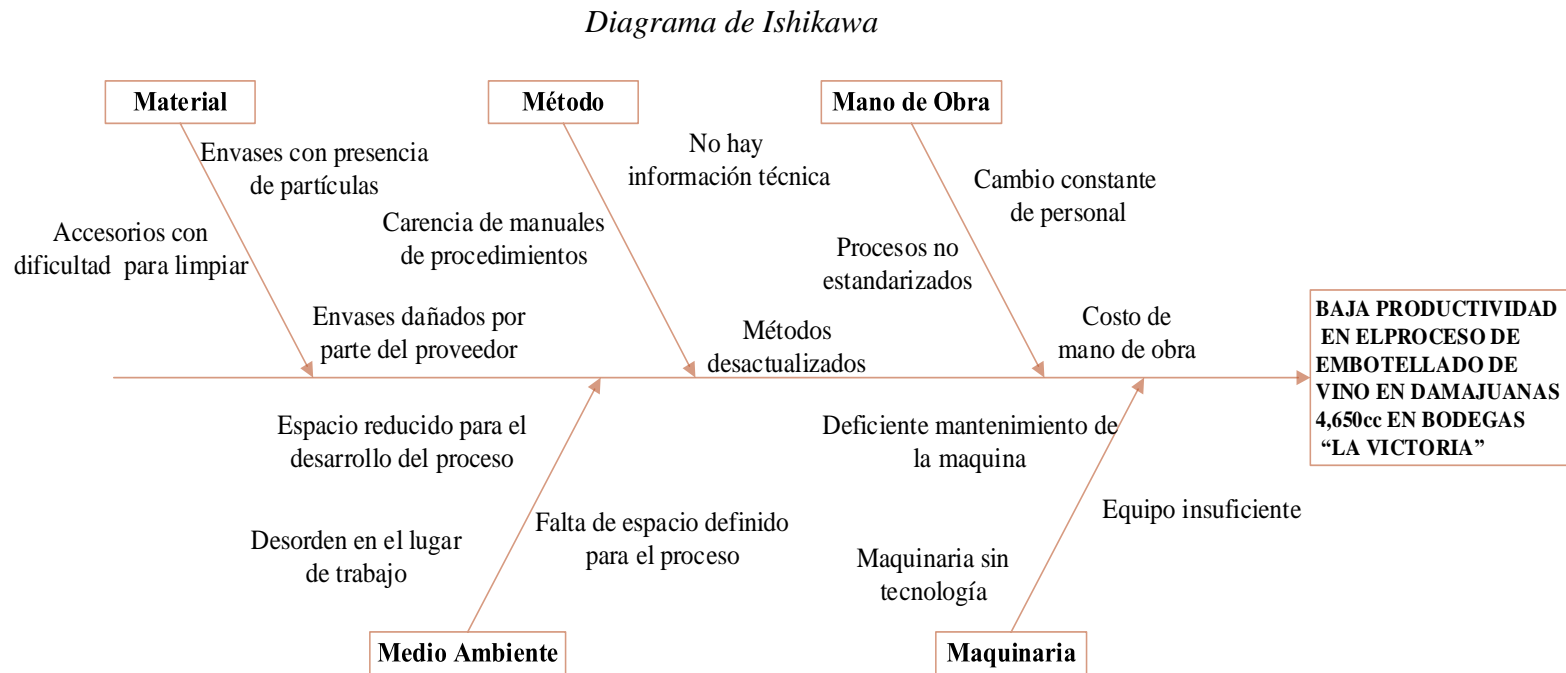


Nota. Esta figura muestra la secuencia de proceso de embotellado actual. Fuente y elaboración propia

2.4. Diagrama Ishikawa

Complementando el árbol de problemas en INTRODUCCIÓN se emplea esta herramienta de análisis para enfocar con mayor detalle las condiciones observadas y establecer prioridades en el proceso de embotellado.

Figura 2-2



Nota. En la figura se muestra las consideraciones de las principales causas a minimizar en el proceso. Fuente y elaboración propia.

Descripción general de causas a minimizar en el área de embotellado

A continuación, se detalla cada causa a minimizar en el problema identificado dentro del área de embotellado que permitirá tomar mejor decisión para mejorar el proceso y dar solución a los mismos proponiendo aplicar cambios y colaborar a la empresa.

➤ Maquinaria

Dentro de las instalaciones de la empresa se encuentran dos máquinas para realizar el embotellado, un encorchador manual para sellar las botellas y un horno termo contraíble para etiquetar las mismas, para el llenado de producto se adaptó un sistema de tubería en donde existen 4 válvulas de cierre que permiten el descenso del producto desde el tanque de almacenamiento, es en este punto donde se encuentra el cuello de botella en todo el proceso, lo cual ocasiona desniveles en el llenado de producto y su derrame, ocasionando pérdidas económicas a la empresa.

➤ Mano de obra

La empresa cuenta con 20 operadores contratados eventualmente para realizar diferentes actividades en toda la empresa; sin embargo, al momento de realizar el embotellado de la línea en damajuanas no pueden realizar las actividades de forma rápida, y son ellos mismos quienes van adquiriendo experiencia al momento de comenzar a trabajar en la empresa, debido a que no se les da una capacitación previa de las actividades que deben realizar, ocasionando una baja productividad en las operaciones que realizan, así también se le complica al operador el llenado de producto exacto, provocando derrames del mismo y desniveles en las cantidades dentro de la botella.

➤ Medio ambiente

La distribución de Lay Out no es adecuada considerando los demás procesos existentes, debido a la falta de espacio para realizar las actividades, ocasionando desorden en el lugar de trabajo, el llenado del producto se realiza en dos áreas de trabajo, de acuerdo a criterio de los trabajadores; la falta de un lugar definido para este proceso ocasiona

demoras en el embotellado y recorridos innecesarios durante la ejecución de sus actividades.

➤ **Método**

El proceso de embotellado se ve afectado por la falta de automatización y estandarización de métodos de trabajo, así también el hecho de que la empresa no cuenta con manuales de procedimiento y mantenimiento; por lo que las actividades se realizan a criterio de cada trabajador; por consiguiente, existen errores por mano de obra y desmotivación de los trabajadores.

➤ **Material**

El desorden en el lugar de trabajo ocasiona demoras en el proceso, además de que no se realiza una inspección adecuada posterior al lavado de las botellas, existiendo restos de partículas en varios envases que se deben devolver al área de lavado; el envase, lo que ocasiona la falta de botellas en medio proceso de embotellado, como consecuencia de una desinfección inadecuada del envase.

2.5. Diagrama sinóptico del proceso de embotellado

En el siguiente cuadro se representa gráficamente un cuadro general de cómo se realiza el proceso de embotellado secuencialmente, de un lote de producción de 980 litros.

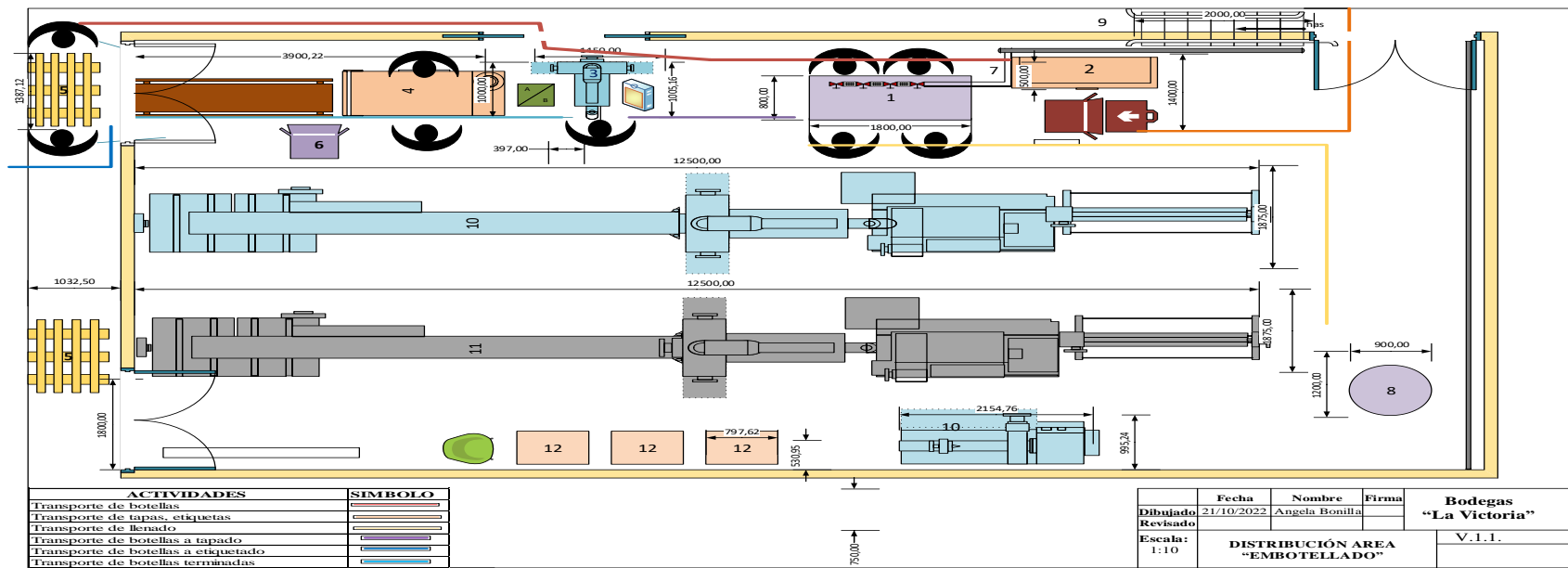
DIAGRAMA SINOPTICO DE PROCESO DE EMBOTELLADO ACTUAL				
Diagrama N° 01				Hoja: 01-01
Producto: Damajuanas			Método: Actual	
Actividad: Proceso de embotellado			Lugar: Area Embotellado	
Presentación: Botellas 4650cc			Elaborado por: Angela Lourdes Bonilla Cuellar	
Tamaño de lote: 980 litros			Fecha: T/22/08/2022	
ETIQUETAS	TAPAS	EQUIPO DE LLENADO	BOTELLAS DE DAMAJUANAS	DESCRIPCION
				IN1 Verificar botellas limpias y con canastillos OP1 Ensamble y acople de piezas para de equipo llenado OP2 Colocar botellas en mesa de envasado OP3 Posicionar botellas en picos de llenado OP4 Abrir las llaves para alimentación de damajuana OP5 Cerrar las llaves de alimentación IP2 Verificar botellas llenas IP3 Verificar tapas en buen estado OP6 Esterilizacion de corcho sintetico OP7 Tapar botellas OP8 Limpieza de botellas por derrame de producto IP4 Verificar que las etiquetas esten limpias OP9 Colocar las etiquetas al lado del horno termocontraible OP10 Colocar las etiquetas en la botellas OP11 Empaquetizado de botellas
				SIMBOLOS
				OPERACIÓN
				INSPECCIÓN
				NOTA
Total de operación: 904,45 segundos		Total de inspección: 208,44 segundos		Tiempo total: 1112,89

2.6. Diagrama de recorrido del proceso de embotellado

La distribución de espacio en el proceso y las condiciones de trabajo no son adecuadas para el desarrollo de las actividades que se realizan diariamente, existiendo tiempos muertos debido a los transportes que se realizan para una mejor visualización ver *Anexo 2-1 Diagrama de recorrido actual*

Figura 2-3

Diagrama de recorrido



Nota. En la figura se muestra las distancias de recorrido en el lugar de trabajo. Elaboración propia.

2.7.Cursograma analítico del proceso de embotellado

En el siguiente cuadro se visualiza la secuencia de actividades del proceso de embotellado que incluye la información necesaria de distancias de recorrido y el tiempo empleado en el proceso, los datos fueron recolectados de un lote de embotellado de 1441.88 litros.

LA VICTORIA		CURSOGRAMA ANALITICO			RESUMEN					
		CURSOGRAMA N° 01								
		DESCRIPCION			Actividad	Simbolo	Actual	Propuesto	Economía	
Objetivo: Analizar el recorrido durante el proceso de embotellado y actividades que no agregan valor al producto					Operación	●	6	-	-	
					Inspección	■	6	-	-	
Proceso: Embotellado de vino tinto-blanco		Método: Actual			Espera	●	1	-	-	
Lugar: Area de embotellado		Producto: Damajuanas Vidrio -PET			Transporte	➔	7	-	-	
Operario (s): Jefe de Producción- Operarios		Cantidad: 1 lote (1441,88 litros)			Almacenamiento	▼	1	-	-	
Elaborado por: Angela Lourdes Bonilla Cuellar		Fecha: 13/10/2022			Tiempo total: 7220,95seg		Distancia total: 118,78m			
N°	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Cantidad (unidad)	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SIMBOLO				OBSERVACIONES	
					●	■	●	➔		▼
1	Traslado de botellas a la mesa de alimentación	500	16,7	647,98						Cada operario recoge 2 botellas manualmente
2	Traslado de tapas a la mesa de sellado	1	9,8	199,33						1 operario recoge tapas para sellado de botellas
3	Traslado de etiquetas al horno termocontraible		10,5	201,56						1 operario recoge etiquetas al area de etiquetado
4	Toma de muestra de vino	1	0	36,86	●					Jefe de producción - Enologo
5	Transporte de muestra a laboratorio		43	265,33						Botellas 850ml- 100ml
6	Análisis de producto	1	0	3600		●				Enologo revisa acidez y grado alcoholico
7	Se realiza control de botellas limpias	500	16,7	50,89		●				Botellas secas y sin presencia de particulas
8	Traslado de botellas sucias al area de lavado	4	16,7	45,96						Se devuelve las botellas sucias al area de lavado
9	Preparación de equipos para embotellado	1	2,8	1866,45	●					Jefe de producción alista los equipos
10	Colocado de botellas en los picos de alimentación	500	0,45	65,47	●					4 picos de caída por gravedad
11	Alimentación de botellas de damajuanas	500	0	74,4	●					Se abre y cierra la llave de paso
12	Verificación de producto lleno		0	30,56		●				El líquido debe pasar el cuello de la botella
13	Verificación de tapa en buen estado	1	0	18,89		●				Se verifica que la tapa no este dañada
16	Tapado de botellas	500	1,25	20,33	●					Presiona la tapa en la botella
17	Traslado de botellas a la mesa de etiquetado	1	0,48	15,96						3 Operarios manualmente recogen las botellas
18	Verificación de bolsas en buen estado	1	0	17,19		●				Bolsas limpias
19	Colocado de bolsas en la botella	500	0	10,76	●					2 Operarios
20	Limpieza de botellas etiquetadas	1	0	7,24						Botellas etiquetadas sin salpicadura de producto
21	Traslado de botellas a horno termocontraible	500	0,4	11,38						2 Operarios
22	Verificación de producto final en buen estado	500	0	14,05		●				Se verifica que la botella este bien etiquetada
23	Paletizado en superficie de palet	500	0	20,36						Se recoge las botellas y almacenan
TOTAL		4512	118,78	7220,95						

2.6. Cursograma bimanual

2.6.1. Cursograma bimanual del proceso de tapado con corcho sintético

Se detalla la sucesión de actividades del proceso de tapado con corcho sintético. Con este diagrama se puede observar el equilibrio de ambas manos por parte de los operadores, el análisis se realizó desde el transporte de botellas llenas hasta la finalización del tapado de un lote de 144.188 litros, la secuencia de actividades resulta repetitiva; es decir, los operadores realizan la actividad 310 veces.

LA VICTORIA		DIAGRAMA BIMANUAL N°1						HOJA 01-02					
DESCRIPCION		RESUMEN						DISPOSICIÓN DEL LUGAR DE TRABAJO					
Operación: Tapar botellas con corcho	Actividad	Símbolo	Actual	Propuesto	Tiempo Ac.								
Objeto: Encorchadora manual	Operación	●	3	3	20,89								
Lugar: Area de embotellado	Transporte	→	1	1	Tiempo Pro.								
Operario	Espera	●	1										
Elaborado por: Angela Lourdes Bonilla Cuellar	Almacenamiento	▼		1									
N	DESCRIPCION DE LA MANO IZQUIERDA	Tiempo en seg	SIMBOLO				Tiempo en seg	DESCRIPCION DE LA MANO DERECHA	N				
			●	→	●	▼	●	→	●	▼			
1	Toma un corcho previamente remojado	2,56	●				●				3,8	Recoge la botella de vidrio	1
2	Colocado de corcho en la parte superior de la botella	4,12	●				●				3,48	Situa la botella en la base de la encorchadora	2
3	Sujeta el mango de la encorchadora manual	6,15	●				●				5,12	Sostiene la botella de vidrio	3
4	Jala la manija de la encorchadora	4,5	●				●				3,88	Sostiene la botella de vidrio	4
5	Transporte de la encorchadora a etiquetado	3,56	●				●				3,39	Espera	5
Totales		20,89	3	1	1		3	1	1		19,67	Totales	


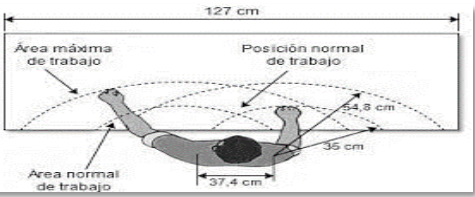
2.6.2. Cursograma bimanual del proceso de tapado con tapa rosca

Se detalla la sucesión de actividades del proceso de tapado con tapa rosca. Para esta actividad no se utiliza ninguna herramienta, todo el proceso se realiza manualmente con este diagrama se puede observar el equilibrio de ambas manos por parte de los operadores, el análisis se realizó desde el transporte de botellas llenas hasta la finalización del tapado de un lote de 2430.20 litros, la secuencia de actividades resulta repetitiva; es decir, los operadores realizan la actividad 500 veces.

DESCRIPCION		RESUMEN						DESCRIPCION DE LA MANO DERECHA		N			
N	DESCRIPCION DE LA MANO IZQUIERDA	Tiempo en seg	SIMBOLO				SIMBOLO				Tiempo en seg		
				●	→	●	▼	●	→	●	▼		
Operación: Tapar botellas con tapa rosca		Actividad	Símbolo	Actual	Propuesto	Tiempo Ac.							
Objeto: Sellado manual		Operación	●	3	2					16,28	15,03		
Lugar: Area de embotellado		Transporte	→	1	1					Tiempo Pro.			
Operario		Espera	●		1								
Elaborado por: Angela Lourdes Bonilla Cuellar		Almacenamiento	▼										
Totales		16,28	3	1				2	1	1		15,03	Totales

2.6.3. Cursograma bimanual del proceso de etiquetado

Se detalla la sucesión de actividades del proceso de etiquetado con etiquetas termo contraíble. Con este diagrama se puede observar el equilibrio de ambas manos por parte de los operadores, el análisis se realizó desde el transporte de botellas llenas hasta la finalización del tapado de un lote de 1441.88 litros, la secuencia de actividades resulta repetitiva es decir los operadores realizan la actividad 310 veces

		DIAGRAMA BIMANUAL N°1						HOJA 01-02					
								DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE TRABAJO					
DESCRIPCIÓN		RESUMEN											
Operación:	Etiquetar las botellas	Actividad	Símbolo	Actual	Propuesto	Des. Izq.	Tiempo Ac.						
Objeto:	Botellas de vidrio-PET	Operación	●	2	3		20,99			19,28			
Lugar:	Area de embotellado	Transporte	→	1	1		Des. Der.			Tiempo Pro.			
Operario		Espera	●	1									
Elaborado por:	Angela Lourdes Bonilla Cuellar	Almacenamiento	▼										
N	DESCRIPCIÓN DE LA MANO IZQUIERDA	Tiempo en seg	SIMBOLO				SIMBOLO				Tiempo en seg	DESCRIPCIÓN DE LA MANO DERECHA	N
1	Espera	4,38	●				●				4,09	Recoge la botella de vidrio	1
2	Recoge la etiqueta	7,58	●				●				6,19	Abre la etiqueta	2
3	Sostiene la botella	4,53	●				●				5,12	Coloca la etiqueta en la botella	3
4	Empuja la botella al homo termocontraíble	4,5	●				●				3,88	Coloca la botella en la cinta	4
Totales		20,99	2	1			3	1			19,28	Totales	

2.7.. Estudio de tiempo

En este punto se analiza la etapa de tapado y etiquetado de vino considerando los siguientes criterios:

Holgura variable: Anomalías frecuentes para cada actividad. Se consideró aquellas que no dependen del operario en sí; sin embargo, ocurren con frecuencia; por ejemplo, cuando se envía al operario a un mismo lugar para realizar las mismas tareas, cuando no hay unidades disponibles en stock, cuando se debe manipular los equipos para alistar las unidades de producto embotellado.

Holgura especial: Anomalías poco frecuentes, como ser búsqueda de cajas vacías para organizar los materiales, falta de materiales como ser tapas, botellas PET en pleno proceso.

Estudio de tiempos de tapado

En este punto se ve un resumen del estudio de tiempos. Para la determinación de tiempo estándar se realizó puntaje con la tabla de holguras para cada estudio con el tiempo que se emplea actualmente posterior al llenado de botella, para una mejor comprensión ver *Anexos 2-2 Estudio de tiempos actual*. Para esta etapa del proceso se tomó una muestra de 450 botellas.

Tapado con encochadora manual

Cuadro II-2

Resumen de estudio de tiempos encochado manual

N°	CODIFICACION	DESCRIPCION DE ELEMENTO	Tiempo Promedio Observado	Calificación de Desempeño (%)	Tiempo Normal	Suplemento	Tiempo estandar
1	A	Toma un corcho previamente remojado	2,33	115	2,68	0,22	3,43
2	B	Colocado de corcho en la parte superior de la botella	4,09	115	4,71	0,34	7,13
3	C	Sujeta el mango de la encochadora manual	5,89	115	6,77	0,25	9,03
4	D	Jala la manija de la encochadora	4,17	115	4,79	0,49	9,40
5	E	Transporte de la encochadora a etiquetado	3,41	95	3,24	0,29	4,57

Nota. Fuente y elaboración propia

Cuadro II-3

Resumen de tiempos sellado manual

N°	CODIFICACION	DESCRIPCION DE ELEMENTO	Tiempo Promedio Observado	Calificación de Desempeño (%)	Tiempo Normal	Suplemento	Tiempo estandar
1	A	Toma una tapa con anillo de sellado	2,31	115	2,66	0,21	3,37
2	B	Colocado de tapa en la parte superior de la botella	4,34	115	4,99	0,3	7,12
3	C	Presiona la tapa en la botella	5,31	115	6,10	0,3	8,72
4	D	Transporte de la botella a etiquetadora	4,40	95	4,18	0,28	5,81

Nota. Fuente y elaboración propia

2.7.1. Estudio de tiempos de etiquetado

Cuadro II-4

Resumen de tiempos etiquetado

CODIFICACION	DESCRIPCION DE ELEMENTO	Tiempo Promedio Observado	Calificación de Desempeño (%)	Tiempo Normal	Suplemento	Tiempo estandar
A	Espera	4,32	100	4,32	0,21	5,46
B	Recoge la etiqueta	7,26	100	7,26	0,23	9,43
C	Etiqueta la botella	4,28	115	4,92	0,3	7,03
D	Empuja la botella al horno termocontraible	4,22	115	4,85	0,37	7,70

Nota. Fuente y elaboración propia

2.8.Descripción de herramientas y materiales que intervienen en el proceso

Se describe las herramientas y equipos que pertenecen al proceso de embotellado de línea damajuana.


2.8.1. Descripción de herramientas que intervienen en el proceso

Se describe los materiales que intervienen en el proceso de embotellado en línea damajuana.

Cuadro II-5

Descripción de herramientas

<i>IMAGEN</i>	<i>CARACTERISTICA</i>	<i>DESCRIPCION</i>
<i>Mesa de envasado</i>		
	Dimensiones: Barra de refuerzo Patas ajustables Grosor 0,8mm	Es la mesa de alimentación se debe transportar las botellas a esta mesa y colocar las botellas en cada pico de envasado para llenar las botellas con el producto.
<i>Válvula de paso</i>		
	Dimensiones: ½" x ¾" Tipo de montaje: en pared Material de mango: latón y plástico Peso: 150gr.	Válvulas de riego adaptadas para llenado de líquido a presión baja.
<i>Encorchadora manual</i>		
	Modelo: Super Mordaza: Nylon Altura de botellas: 25 a 45 cm Diámetro de tapones: 22 a 25 mm Peso: 14Kg	Se utiliza para tapar las botellas con corcho, se debe accionar la manija con presión para un correcto tapado.

Horno termo contraible		
	Material: Acero Sella: Polietileno, PVC, Poliolefina Dimensiones: 200*400*800* 300*400*800* 400*500*800* Código: HTC-0000	Es utilizado para etiquetar las botellas, este equipo es ideal para botellas de vidrio y botellas PET, es de fácil manipulación; sin embargo, se debe tener en cuenta EPP para el personal por el calor que emite este equipo.


Nota. Este cuadro describe como se utilizan las herramientas empleadas. Elaboración propia en base a información de la empresa.

2.8.2. Descripción de materiales que intervienen en el proceso

Cuadro II-6

Descripción de materiales

IMAGEN	CARACTERISTICA	DESCRIPCION
Botellas de vidrio		
	Material vidrio Volumen 5 litros H: 20 cm D inf: 20cm D mango: 4,5 cm L mango: 8cm	Color verde Peso 1.05kg
Botellas de plástico		
	Material PET Volumen 5 litros H: 20cm D inf: 20 cm D mango: 4,5 cm L mango: 8cm	Color blanco Textura estable
Canastillos		
	Diámetro superior: 55cm Diámetro de base: 43cm H: 47 cm	Textura estable Se utiliza para colocar las botellas dentro de los canastillos permitiendo un mejor etiquetado de producto.
Tapones de Corchos		
	Material: sintético Medidas: Certificado: SGS/PDF/ISO	Se utiliza para tapan las botellas permitiendo la micro oxigenación del vino y mejorar las propiedades organolépticas.

Tapas de plástico		
	Material: Polietileno Diámetro: 45mm;56mm Certificado: GMP, FDA.	Mantienen el aroma aprox. 5 días es de fácil uso para los consumidores permitiendo una abertura sin necesidad de alguna herramienta.

Nota. Este cuadro describe los materiales empleados en la línea de embotellado.

Fuente y elaboración propia.

2.9.Mano de obra empleada en el proceso por etapas

El jefe de producción es responsable de controlar esta etapa del proceso productivo, el cual debe minimizar, en lo posible, el derrame de producto conjuntamente un equipo de trabajo (los operadores). A continuación, se detalla las actividades que los operarios deben realizar en cada etapa del proceso de embotellado.

Cuadro II-7

Mano de obra empleada en el proceso

ÍTEM	CARGO	ETAPAS DEL PROCESO DE EMBOTELLADO	CANTIDAD	ACTIVIDAD
1	Jefe de producción	Preparación de equipos para alimentación de damajuana.	1	Realizar limpieza, desinfección y se acomoda los equipos en el área de llenado.
2	Operarios		1	
3		Transporte de botellas vacías al área de envasado.	2	Transportar las botellas limpias a la mesa de envasado.
4		Llenado de botellas.	4	Acomodar las botellas al grifo de llenado estas deben sujetar el cuello de las botellas.

5		Tapado de botellas con encochadora.	1	Acomodar la botella en la base de la mesa y jalar la manija de esta manera se tapa la botella con la presión ejercida por el operario.
6		Tapado de botellas con tapa de plástico.	2	Seleccionar las tapas de plástico y cerrar las botellas manualmente.
7		Etiquetado.	2	Selección de bolsas en buen estado.
8		Transporte de botellas llenas al área de etiquetado.	2	Posterior a colocar las bolsas termo contraíbles en la mesa de llenado se debe transportar al horno termo contraíble.
9		Almacenamiento.	2	Una vez que las botellas salen del horno termo contraíble se almacena en pallets.

Nota. Este cuadro muestra las actividades que realizan la mano de obra empleada en el proceso. Fuente y elaboración propia

2.10. Cálculo de productividad

Para el cálculo de la productividad se toma en cuenta los datos obtenidos del cursograma analítico actual para un lote de 1441.8 litros de envasado, el cual detalla desde el transporte de botellas hasta el etiquetado de las mismas.

Datos.

1 lote de 1441.88 litros \Rightarrow 310 unidades de damajuana

Tiempo de Trabajo Empleado 7220.95s seg \Rightarrow 120.34 min

Según la *Ec. (I-1)*

$$\mathbf{PRODUCTIVIDAD ACTUAL} = \frac{310 \text{ unidades}}{120.34 \text{ min}}$$

$$\mathbf{PRODUCTIVIDAD ACTUAL} = 2.57 \frac{\text{unidades}}{\text{minuto}}$$

2.11. Análisis de alternativas

Con el problema analizado se pretende optimizar el tiempo de embotellado y reducir la mano de obra empleada en este proceso, de manera que minimice los costos de proceso, la distribución en el área de embotellado sea efectiva minimizando los problemas identificados en los diagramas explicados anteriormente.

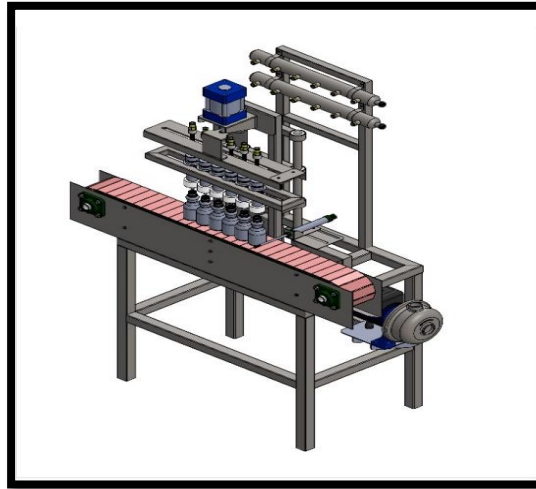
Para encontrar una solución al problema identificado se realiza una evaluación de 2 alternativas con la finalidad de cumplir con los requerimientos de la empresa.

2.11.1. Alternativa A

2.11.1.1. Implementación de llenadora semiautomática de 2 boquillas

LLENADORA SEMIAUTOMÁTICA DE LÍQUIDOS

Con esta alternativa de solución se pretende automatizar la etapa de llenado, utilizada para líquidos de baja viscosidad como agua, vino, vinagre, jugo de frutas y leche; el operador estará accionando el botón de inicio de producción, cuenta con dos cabezas de llenado.

Figura 2-4*Modelo semiautomático de llenado de 6 boquillas**Fuente: Industrias Fácil*

A continuación, en el siguiente cuadro se muestra particularidades del equipo.

2.11.1.2. Características de alternativa A

Cuadro II-8

Características alternativa A

MODELO SEMIAUTOMATICO		SP-B441
LLENADO 2 PICOS		
Tamaño de botellas 4 a 20 litros	Diámetro (50-100) mm Altura (160-320) mm	
Capacidad de llenado botellas/hora variable según especificaciones de cliente	800 litros /hora	
Cabeza de llenado	6	
Voltaje de aplicación	AC380V/220V	
Presión de aire (Mpa)	0.5 - 0.65 Mpa	
Peso total kg	610 kg	
Dimensiones L*W*H mm	300*950*2000	

Nota. Este cuadro muestra las particularidades del cubículo de llenado. Elaboración propia en base a información del proveedor.

2.11.1.3. Ventajas del equipo alternativa A

- ✓ Sistema de llenado de velocidad variable.
- ✓ El dimensionamiento del mismo presenta ser un equipo con un espacio de fácil ubicación dentro de la línea de envasado.
- ✓ Placa ajustable de diferentes tamaños de botellas incluye regulador.
- ✓ Consumo energético de 1.5 kw a 3. 5 kw.
- ✓ Fácil limpieza.

2.11.1.4. Requerimiento de mano de obra alternativa A

Cuadro II-9

Mano de obra empleada alternativa A

ÍTEM	ETAPAS DEL PROCESO DE EMBOTELLADO	CANTIDAD	ACTIVIDAD
1	Preparación de equipos para alimentación de damajuana.	1	Realizar limpieza y desinfección del equipo.
2	Transporte de botellas a la máquina.	1	Colocar las botellas en la cinta transportadora.
3	Arranque de línea.	1	Pasan las botellas por el equipo automatizando el proceso de llenado y tapado.
4	Etiquetado.	2	Una vez que sale del monoblock, se deben colocar las etiquetas termo contraíbles.
4	Paletizado.	1	Recoger las botellas llenas, acomodar y almacenar en pallets.

Nota. Este cuadro muestra las actividades de la mano de obra. Elaboración propia

Este equipo solo cuenta con llenado de botellas para el funcionamiento de la máquina, debido a las necesidades y requerimientos de la empresa que tiene presentaciones en botellas PET con tapa rosca y botellas de vidrio con tapa de corcho sintético.

2.11.1.5. Costos de implementación alternativa A

Para este costo se toma en cuenta el precio de equipo y el costo de instalación del mismo ver *Anexo 2-3 Proforma de cotización alternativa A*

Tabla II-I

Inversión alternativa A

NOMBRE	COSTO
Llenadora de líquidos semi automático	8500 \$
Costo de instalación	500 \$
TOTAL	9000 \$

Nota. Los precios son referenciales mediante consultas con proveedores, incluye costo de transporte e IVA.

2.11.2. Alternativa B

2.11.2.1. Implementación de un equipo semiautomático de llenado y optimización en proceso de tapado y etiquetado

REDISEÑO DE LA LINEA DE EMBOTELLADO

Con esta alternativa de solución se pretende automatizar la etapa de llenado y optimizar el tiempo de tapado y etiquetado del producto, incorporando equipos y haciendo algunos ajustes a la línea de llenado actual. En el siguiente cuadro se presenta las particularidades de este equipo:

2.11.2.2. Características de alternativa B

En este punto se describe las particularidades que se espera de la alternativa B.

Cuadro II-10*Características alternativa B*

SISTEMA DE LLENADO	AUTOMATICO
Tamaño de botellas 5 litros hasta	Transporte lineal
Capacidad de llenado botellas/hora	510 botellas/hora
Cabeza de llenado	8
Voltaje de aplicación	220/380 vol.
Presión de trabajo	Desde 1bar
Peso total kg	610 kg
Dimensiones L*W*H mm	300*90*2500

Nota: Elaboración propia en base a datos de la capacidad del horno termnocontraible.

2.11.2.3. Ventajas de equipo de alternativa B

- ✓ Requiere 1 operario para la etapa de tapado, el mismo puede ir colocando las botellas a la cinta transportadora.
- ✓ Precisión de piezas, se debe ajustar para la ubicación de cada válvula de llenado.
- ✓ Aplica para alimentación de botellas 5 litros, incluye cabezal regulador para diferentes tamaños de botellas acero inoxidable.
- ✓ Consumo energético bajo estándares normales.
- ✓ Producto terminado de calidad con precisión de volumen de líquido.

2.11.2.4. Requerimiento de mano de obra alternativa B

Cuadro II-11

Mano de obra empleada alternativa B

ÍTEM	ETAPAS DEL PROCESO DE EMBOTELLADO	CANTIDAD	ACTIVIDAD
1	Preparación de equipos para alimentación de damajuana.	1	Se realiza limpieza, desinfección del equipo.
2	Transporte de botellas la máquina.	1	Colocar las botellas en la cinta transportadora.
3	Arranque de línea.	1	Presionar un botón de arranque de sistema para el llenado de la botella.
4	Etiquetado.	2	Una vez que sale del monoblock, se deben colocar las etiquetas termo contraíbles.
4	Paletizado.	1	Recoger las botellas llenas, acomodar y almacenar en pallets.

Nota. Este cuadro muestra la mano de obra empleada para el desarrollo de actividades del proceso propuesto. Elaboración propia.

2.11.2.5. Costos de implementación alternativa B

Costos toma en cuenta el precio de equipos que se utilizara en el rediseño como ser PLC, variador de frecuencia, motor trifásico y el costo de instalación del mismo. Ver *Anexo 2-3 Proforma de cotizaciones alternativa B*

Tabla II-1

Inversión alternativa B

NOMBRE	COSTO
Llenadora de líquidos semi automático	5484,711 \$
Costo de instalación	200 \$
Total	5684,71 \$

Nota. Esta tabla muestra los precios referenciales consultados con proveedores, incluye costo de transporte e IVA.

2.11.3. Selección de alternativa por puntos

Para la determinación de la mejor alternativa de solución se siguió el método de evaluación cualitativa por puntos, considerando siete factores, el peso de cada factor se determinó de acuerdo a la importancia para la empresa y la ponderación se clasifica de 1 como menos relevante y 10 como más relevante.

Tabla II-3

Método cualitativo por puntos para selección de mejor alternativa

FACTOR	PESO (Pi)	ALTERNATIVA A		ALTERNATIVA B	
		Ci	Ponderación	Ci	Ponderación
Costo de M.O.	0,17	5	0,85	7	1,19
Consumo Energético	0,14	5	0,7	4	0,56
Costo de inversión	0,11	5	0,55	7	0,77
Optimización del tiempo	0,23	6	1,38	7	1,61
Ubicación del Equipo	0,11	4	0,44	5	0,55
Costo de mantenimiento	0,12	4	0,48	4	0,48
Tiempo de Implementación	0,12	4	0,48	5	0,6
Total	1		4,88		5,76

Nota: Esta tabla muestra las consideraciones cualitativas, indica que la alternativa B, es la mejor opción, la cual se detalla en el siguiente capítulo. Elaboración propia.

De manera general se explican los criterios de asignación de puntajes por cada factor, la alternativa que obtuvo mayor puntaje se desarrolla en el siguiente capítulo.

a) Requerimiento de M.O.

Con la utilización de un equipo para la empresa se pretende reducir la mano de obra empleada en la etapa de llenado, siendo uno de los factores más importantes a considerar debido a que es la última etapa del proceso donde existe contacto directo del personal con el producto, además prever que los clientes requieren productos inocuos para el consumo.

b) Consumo Energético

Desde un punto de vista económico para la empresa, no sería viable la adquisición de un equipo compacto, al realizarse la instalación de la máquina se tendrá que optar por un solo tipo de botellas sean PET o de vidrio, se considera la potencia de motor y el costo de energía durante el tiempo trabajado que emplea cada alternativa con un rango de operación especificado en sus características.

c) Costo de Inversión

De acuerdo a las cotizaciones de cada equipo de embotellado la alternativa A y B presentan costos modestos para la empresa, se le asigna una mayor ponderación a la alternativa B, porque se realiza un rediseño de la línea actual incorporando equipos nuevos que favorecen al sistema actual.

d) Optimización del Tiempo

Con las 2 alternativas se optimiza el tiempo de llenado del producto, por esta razón a las 2 se les asigna una calificación similar.

e) Ubicación del Equipos

De acuerdo a la distribución en planta de la empresa debe existir un equipo de acuerdo a las dimensiones de sus instalaciones para la correcta ubicación del equipo, con ambas alternativas se dispone el aprovechamiento del espacio de los equipos.

f) Costo de Mantenimiento

Menor costo de mantenimiento de los equipos. En la mayoría máquinas del envasado se presentan averías en el punto de tapar el producto porque el sistema ejerce demasiada presión para tapar las botellas y se rompen los cuellos de las botellas generando paro justamente en el proceso de embotellado, presentando fallos en el proceso; la alternativa C, presenta una estandarización en la etapa de tapado y etiquetado del producto, evitando este problema en la línea, por tal motivo se le asigna mayor ponderación.

g) Tiempo de Implementación

Los proveedores de maquinaria de la alternativa A y B se encuentran en el departamento y a nivel nacional; las entregas de la máquina de alternativa A están en un lapso de aproximadamente 30 días, de la alterantiva B varían aproximadamente de 24 a 48 horas la adquisición de materiales previo al pago del 50% del costo total, y el tiempo de la instalación de la mismo de una semana; es por esta razón que se asigna una mayor calificación.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL SISTEMA

3.1.Introducción

Las exigencias de la competencia en el mercado de rubro vitivinícola hacen decisiva la optimización de proceso en diferentes industrias, la propuesta planteada permite dar solución a los problemas mencionados en capítulos anteriores, asegurando una mejora en la calidad y rendimiento del producto en este proceso, permitiendo agilizar las actividades realizadas por el operador en cada etapa del proceso de embotellado.

En este capítulo se explica el nivel de diseño técnico del sistema automatizado eléctrico y mecánico en el proceso de llenado conjuntamente nuevos métodos de trabajo propuestos en la etapa de tapado y etiquetado del producto.

3.2. Consideraciones preliminares que se tomaron en cuenta para el sistema automático

- ✓ Detener los envases exactamente en el lugar de llenado y al final de la cinta transportadora.
- ✓ Alimentación de botellas en su interior.
- ✓ Determinación de caudal de salida de líquido.
- ✓ Velocidad de la cinta transportadora.
- ✓ Tiempo de llenado de las botellas (caudal y volumen).
- ✓ Distancia entre botellas.

3.3.Elementos necesarios para el funcionamiento del sistema automático

La ficha técnica de cada componente se explica en *Anexos 3-1 Fichas técnicas de componentes*.

Disyuntores de 3 canales

(Interruptor) para suministrar energía al sistema, al activarse el disyuntor sus contactos de fuerza se cierran y permiten el paso de corriente hacia el motor para la protección de aislamiento de cables contra cortocircuitos.

PLC (controlador lógico programable)

Se tomó en cuenta un PLC de 4 entradas y 4 salidas con arranque directo, siendo este un método sencillo, compacto y de bajo costo; el equipamiento consiste de los siguientes componentes:

1 Pulsador verde

De entrada, sin retardo a la desconexión para iniciar el sistema de embotellado, al presionar el pulsador de arranque, manda una señal al alimentador para su activación.

Variador de frecuencia

El mismo está integrado a un interfaz de operador para recibir los comandos de control de velocidad requeridos, utilizado para controlar la velocidad del motor trifásico, lo cual permite el accionamiento de la cinta transportadora, de la misma forma tiene la

capacidad de controlar la aceleración y la desaceleración del motor durante el arranque o parada del ciclo.

Motor Trifásico de 1hp

Impulsado por 3 corrientes, que sirve para el accionamiento de la cinta transportadora.

Válvulas de baja presión

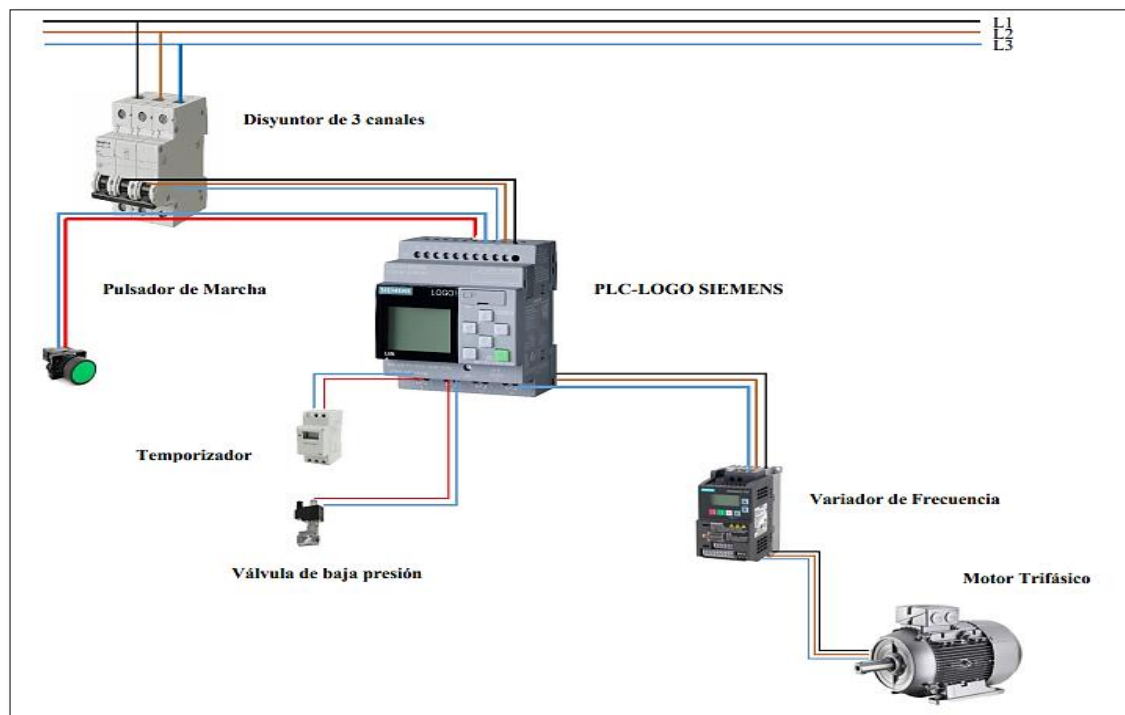
8 válvulas de baja presión normalmente cerradas, este tipo de válvula permite que la pérdida de carga sea menor y ayudan a la automatización del sistema de apertura y cierre de líquido, estas válvulas están conectada a la tubería de acero inoxidable.

Temporizador

Trabaja con las válvulas de baja presión, inmediatamente se abre la válvula y cada temporizador se conecta.

Figura 3-1

Esquema general de sistema eléctrico



Nota. Vista general de instalación del sistema eléctrico. Fuente y elaboración propia

Para cumplir uno de los objetivos específicos del proyecto se requiere la integración de diversos componentes. Para una mejor comprensión del sistema se realizó el esquema general del sistema eléctrico.

3.3.1. Cálculos preliminares para la selección de equipos de deslizamiento

Para la selección de cinta transportadora se calculó la potencia del motor necesaria para su accionamiento en partes de la cinta transportadora.

Banda transportadora: Transportador de charnelas vesaflex SBF A08 con guías laterales por la utilidad en transporte de industria alimentaria; según detalles técnicos de cinta transportadora para transporte de productos primario y secundario se encuentra en *Anexos 3-1 Cinta transportadora charnela*.

3.3.1.1. Tiempo de traslado de botellas

Para determinar el tiempo que demoran las botellas en cada pico de las válvulas se considera los siguientes cálculos:

- **Tiempo de traslado de las botellas hacia los picos de válvula de baja presión**

Esta ecuación permite conocer la velocidad de la cinta transportadora según la Ec.(1- 6)

$$t = \frac{\text{masa de la botella } kg}{\text{capacidad maxima requerida } \frac{kg}{hr}}$$

$$t = \frac{1,105 \text{ kg}}{455 \text{ kg/hr}}$$

$$t = 0.0051 \text{ hr}$$

$$t = 0.0024 \text{ hr} * 3600 \text{ seg}$$

$$t = 8.74 \text{ seg}$$

Nota: Se toma como referencia la capacidad máxima de la máquina termo contraíble que se encuentra en la bodega.

Parámetros de diseño para la cinta transportadora

- Recorrido de la cinta transportadora: Horizontal lineal.
- Dimensiones del envase: Diámetro de botella 23cm.
- Longitud de transportador: 2 metros.
- Tipo de líquido contenido: Vino tinto y blanco.
- Peso del envase vacío y lleno.

3.3.1.2.Cálculo de longitud de cinta transportadora

Para el cálculo de longitud de la cinta transportadora se realiza la secuencia de pasos de acuerdo a la Ec.(I- 7).

Peso de botella vacía

$$P_B = 11105 \frac{N}{m^3} * \frac{9.81m}{s^2} * 0.001^3$$

$$P_B = 10.953 N$$

Peso de botella llena

$$P_{EL} = 4.5788Kg * \frac{9.81m}{s^2} + 10.953N$$

$$P_{EL} = 55.871 N$$

Posteriormente se debe realizar el cálculo de la longitud de la cinta transportadora

Ec.(I- 8)

Longitud requerida de banda

$$Lr = Lb * \Delta c * \Delta t$$

Lr longitud de banda requerida

Lb: Longitud de banda en ida y vuelta

Δc : Variación de longitud debido a la catenaria

Δt : Longitud de variación debido a la temperatura

$$Lr = (2 * Lc) + (Dp * \pi)$$

Longitud de la cinta en ida y vuelta

Lc: Longitud de la cinta transportadora

Dp: Diámetro primitivo de engranaje

Longitud real de la cinta transportadora

Dp diámetro primitivo de los engranajes

$$Lr = (2 * 2m) + (0.0414 * \pi)$$

$$Lb = 4.13\text{metros}$$

Aumento de longitud debido a la catenaria

$$\Delta c = \frac{2.66 * (Hc)^2 * U}{Lrcd}$$

Hc: Altura de la catenaria 3.3.1.2.

Lrcb: distancia entre los rodillos de retorno

U: número de catenarias en la banda

$$\Delta c = \frac{2.66 * (0.050)^2 * 2}{0.03}$$

$$\Delta = 0.443$$

Variación de longitud debido a las temperaturas

$$\Delta = (Lb + \Delta c) * (T2 - T1) * e$$

T2 temperatura de trabajo °C

T1 temperatura de ambiente °C

E coeficiente de expansión térmica lineal °C

$$\Delta = (4.13 + 0.443) * (15^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}) * \frac{0.09}{1000}$$

$$\Delta = -0.000823m$$

Longitud de banda requerida

$$Lt = 4.13 + 0.443 - 0.000823$$

$$Lt = 4.57\text{metros}$$

3.3.1.3. Selección de motor

De acuerdo a los pasos descritos en el capítulo I se sigue la secuencia de pasos para calcular la potencia de motor considerando todos los factores mencionados de la Ec.(I- 13

Masa de producto

Radio de rodillo 63.5 dato obtenido de ficha técnica

Velocidad de cinta transportadora

Fuerza necesaria para vencer 600N según ficha técnica

T_m : par motor

T_r : par resistente

T_i : par inercial

$$T_m: T_r + T_i$$

$$T_i = F_i * R$$

$$F_i = m * a$$

$$a = \frac{V_f - V_i}{t}$$

$$a = \frac{\frac{0.83m}{s} - 0}{2.88s}$$

$$a = 0.288m/s^2$$

$$F_i = 5.68Kg * 0.288m/s^2$$

$$F_i = 1.635N$$

$$Ti = 1.635N * 0.03175m$$

$$Ti = 0.0519N$$

$$Tr = 600N * 0.03175m$$

$$Tr = 19.05Nm$$

$$Tm: 19.05Nm + 0.0519Nm$$

$$Tm: 19.1019$$

$$w = \frac{Vf}{R}$$

$$w = \frac{0.83m/s}{0.03175m}$$

$$w = 26.17seg$$

$$Pot = Tm * w$$

$$Pot = 19.1019Nm * 26.17seg$$

$$Pot = 499.89watt$$

Factor de conversión

$$499.89watt * \frac{1hp}{745.7watt}$$

$$Potmotor = 0.67hp$$

Se procede con el cálculo de potencia de motor necesaria para poder accionar la cinta transportadora Ec.(I- 19)Ec.(I- 15)

$$Pot\ motor = \frac{Pot\ Necesaria * 25}{100} + PotNecesaria$$

$$Pot\ motor = \frac{499.89 * 25}{100} + 499.89$$

$$Pot\ motor = 614.86\ watt$$

Potencia de motor

$$614.86\text{watt} * \frac{1\text{hp}}{745.7\text{watt}}$$

$$Pot\ motor = 0.82\text{hp}$$

3.3.1.4. Selección de conductor eléctrico

Según la Ec.(I- 20) para seleccionar el calibre adecuado se realiza el siguiente cálculo

$$I = \frac{0.61486 * 1000}{\sqrt{3} * 220 * 0.85 * 0.75}$$

$$I = 2.53\text{Amp}$$

El conductor eléctrico de cableado de motor debe ser aproximadamente de 2.53 Amp.

3.3.1.5. Velocidad de la cinta transportadora

Para un peso de materiales ligeros (peso máximo de 0.5 a 1 ton/m³) las magnitudes de la cinta deben ser la siguientes de acuerdo a la Ec.(I- 21)

Ancho= 400mm

Largo=2.5 metros

x: Distancia recorrida

t: tiempo de traslado del inicio de la banda hasta el pico de llenado

$$v = \frac{2.5\text{m}}{2.88\text{seg}}$$

$$v = 0.83\text{m/seg}$$

Para el desarrollo del sistema de transporte de botellas se tendrá una longitud de 2 metros de cinta transportadora, tomando como referencia lo establecido en normas de cintas transportadoras.

3.4.Sistema de llenado

Este sistema consta de un suministro de líquido a una altura de 35 cm de altura desde la base de salida de caudal tubería del tanque hasta las boquillas de las válvulas, permitiendo el flujo de líquido por gravedad con una presión mínima de 1.5 bar.

Consideraciones: capacidad nominal del tanque de almacenamiento 20.000 litros para vino tinto y otro tanque de almacenamiento para vinos blancos.

Para el sistema de llenado se considera el volumen de 1.500 litros ya que cada lote de envasado presenta esta cantidad; también se considera válvulas operadas por presión baja.

3.4.1. Cálculo de caudal de salida

Para este dato se consideró observaciones de llenado de líquido con cronómetro y se tomó un promedio de un lote de envasado de 40 botellas.

Se considera la siguiente velocidad para líquidos poco viscosos.

Volumen =4,650 cc

Tiempo de llenado =1.24 min

Tomando como base la Ec.(I- 22)

$$Q = \frac{4.65\text{litros}}{1.24\text{min}}$$

$$Q = 3.75\text{litros}/\text{min}$$

Para el sistema de llenado se propone cambiar la tubería de acero inoxidable por una de 2 m para 8 boquillas de válvulas de baja presión.

3.5.Capacidad del sistema

Considerando que en la mayoría de los casos se realiza el embotellado de 1500 litros de vino, se pretende tener una capacidad de 1.500 litros/ 120 segundos.

3.6.Diagrama eléctrico etapa de llenado

El sistema eléctrico presenta la conexión de los componentes electrónicos mencionados anteriormente, los cuales, intervienen en esta; etapa este sistema es ideal para botellas tipo PET y botellas de vidrio, ver **Figura 3-2. Diagrama eléctrico propuesto**, en este esquema se puede observar las conexiones de todos los componentes mencionados anteriormente, están conectados el PLC Logo, variador de frecuencia, los temporizadores y válvulas de baja presión, el motor eléctrico permitirá mover la cinta transportadora de forma lineal; para un mejor entendimiento se debe ver la simulación en el siguiente enlace, de igual forma se tiene un esquema que explica las características del diagrama, ver *Anexo 3- 2 Esquema y simulación eléctrico del proyecto*.

3.7.Esquema Lader de PLC

EL PLC es utilizado para conectar los componentes del PLC al resto de los equipos para un mejor entendimiento de su lógica cableada se debe ver *Anexo 3-3 Esquema lader de PLC*.

Inicialmente se identificó los componentes necesarios para la automatización en el proceso de llenado, previo a este proceso se requiere colocar las botellas vacías en la cinta transportadora; para esta etapa del proceso de llenado el operario tiene la función de pulsar el botón del PLC LOGO, el siguiente ciclo permite realizar el llenado de líquido automático, el operador tiene la función de pulsar el botón ON que permite el paso de energía y pulsar el botón OF cuando finalice el lote de producción de embotellado. Respondiendo al cuarto objetivo específico del proyecto, con la automatización en este proceso se reduce la mano de obra empleada en la etapa de llenado, al no existir contacto directo del operador con el líquido al momento de alimentar la botella con el líquido se garantiza la calidad del producto, es importante mencionar que se minimiza el tiempo de llenado del producto.

3.8.Características del sistema

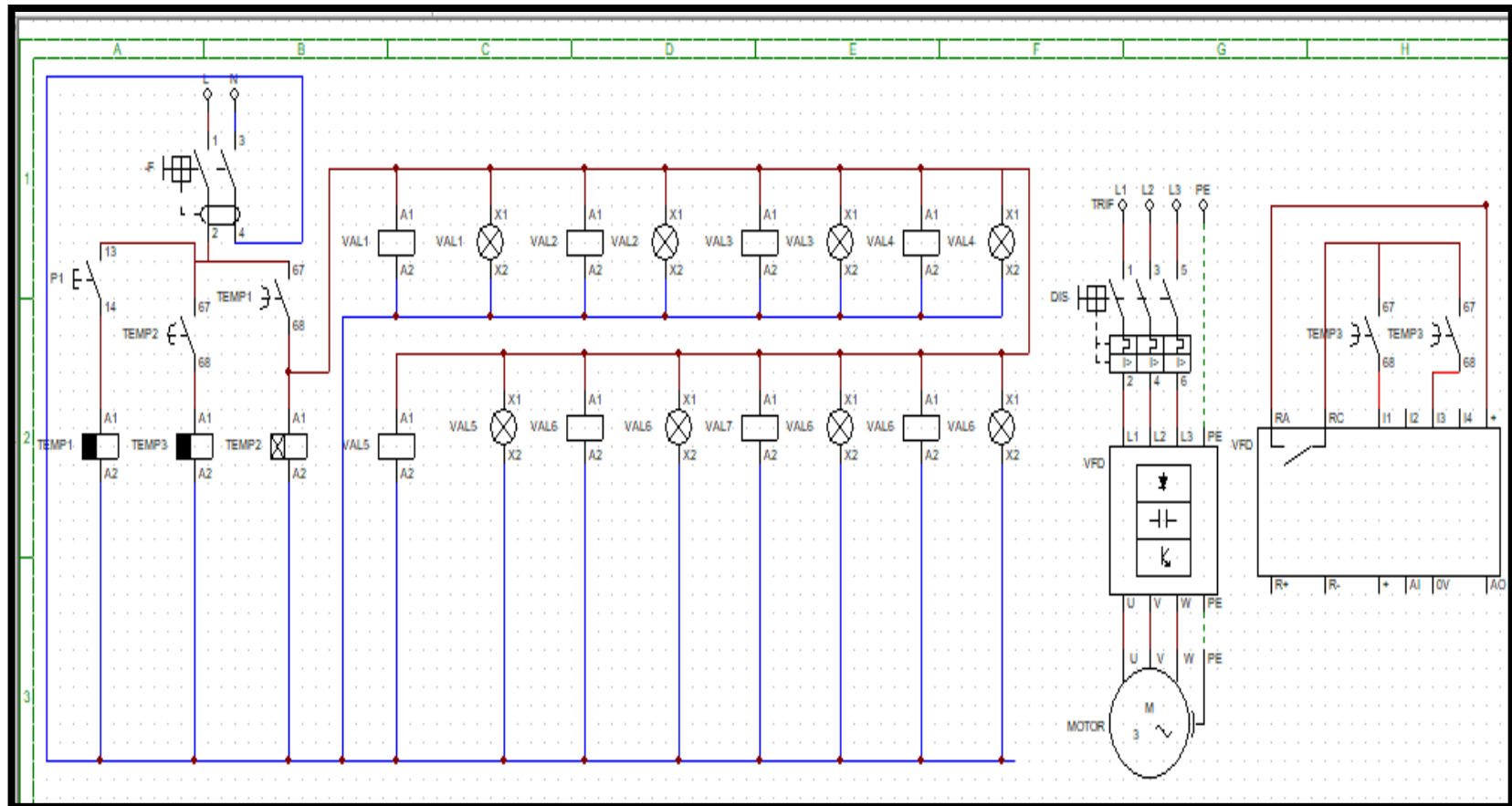
Cuadro III-1*Características del sistema automático*

Características mecánicas	
Velocidad de llenado	0.73 l/seg
Altura distancia de pico de botella a válvula	35 cm
Velocidad de sistema de transporte	0.83m/seg
Presión	1,5 bares
Pesos de botellas	5.65 kg
Características eléctricas	
Voltaje	380vol
Corriente	1.53 Amp
Potencia	0.67 hp-1hp
Consumo energético	0.5 V.A

Nota. Este cuadro muestra los datos calculados y de especificaciones en fichas técnicas de componentes. Fuente y elaboración propia.

Figura 3-2

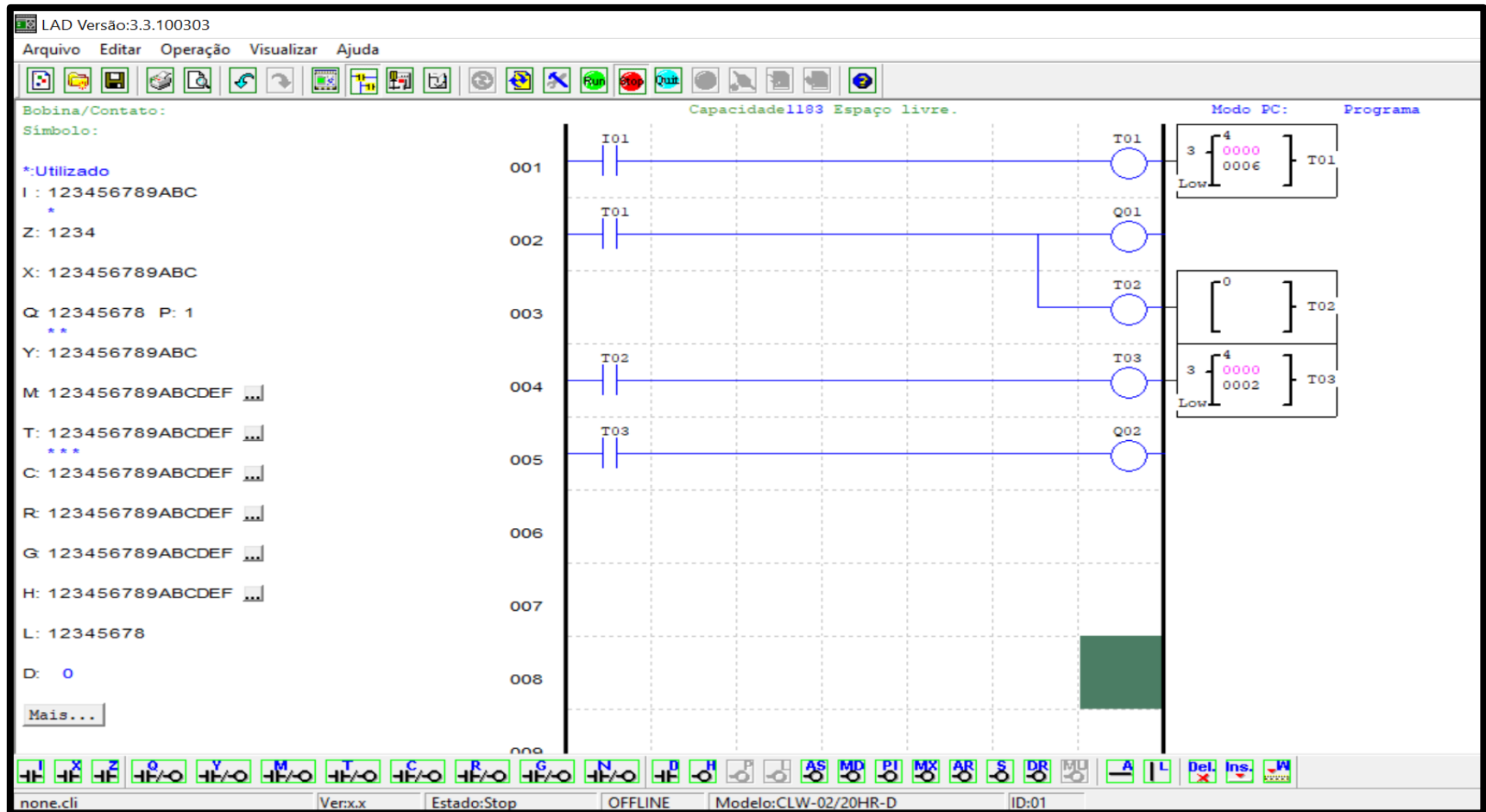
Diagrama eléctrico propuesto



Nota. En la figura se muestra el esquema general de conexión de todos los componentes para el sistema de llenado de producto. Fuente y elaboración propia.

Figura 3-3

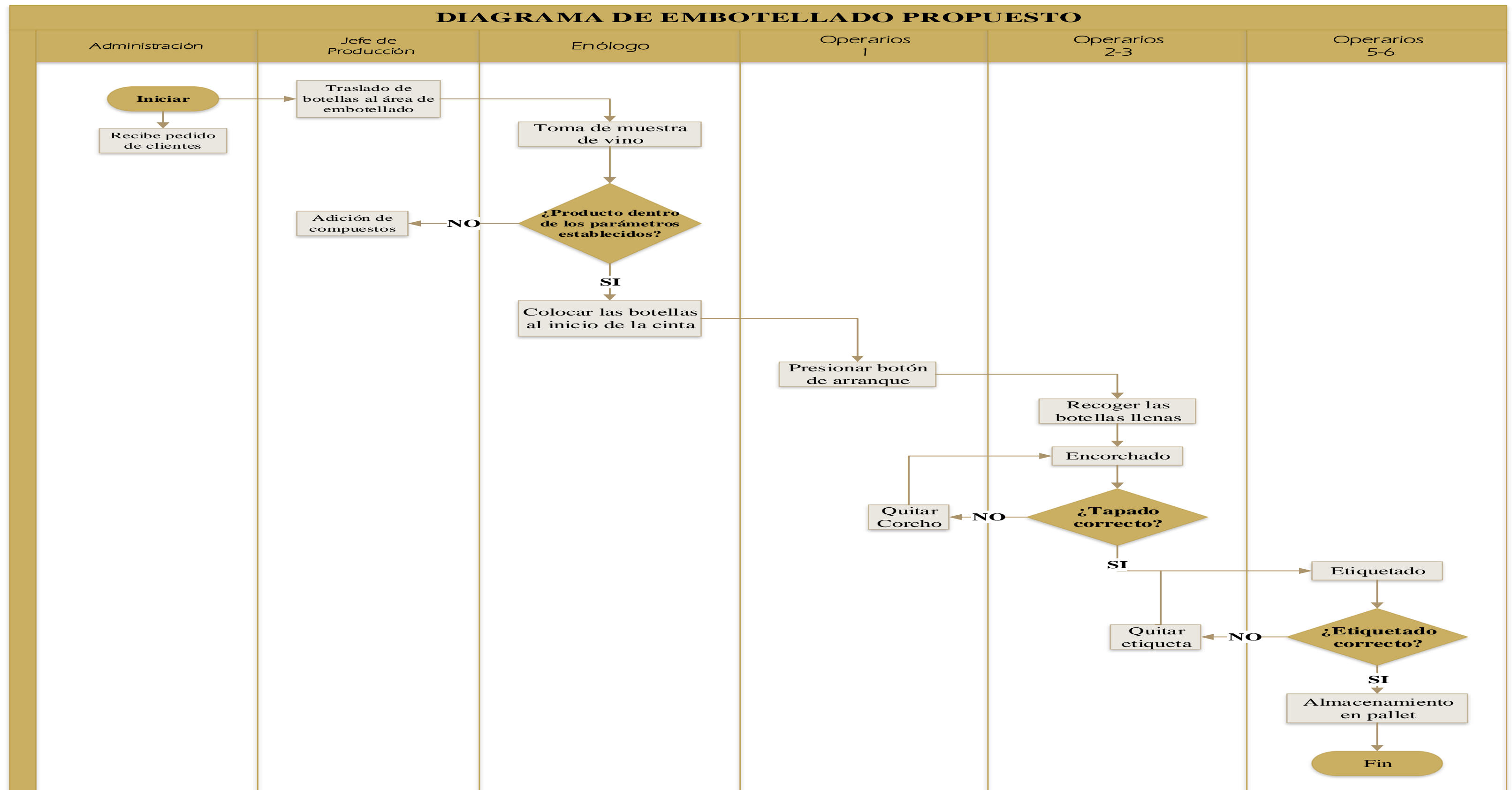
Esquema Lader de PLC



Nota. En la figura se muestra el esquema general interno de conexiones de PLC. Fuente y elaboración propia.

3.9. Diagrama de embotellado propuesto
Figura 3-4

Diagrama de embotellado propuesto



Nota. En la figura se muestra de forma general las etapas del proceso de embotellado propuesto. Fuente y elaboración propia.

Se realizó un análisis con las nuevas modificaciones del proceso, para una mejor comprensión ver *ANEXO 3-4 Manual de procedimiento propuesto de embotellado*.

3.10. Rediseño de lay-out propuesto en el área de embotellado

Ubicación propuesta del sistema de embotellado

Para la ubicación del equipo dentro del área de embotellado se observó la disponibilidad con los equipos que se encuentran actualmente. De manera puntual se detallan los siguientes aspectos que fueron considerados para la ubicación propuesta, para una mejor visualización de la distribución ver *Anexo 3-5 Lay Out (distribución en planta propuesto)* y *Anexo 3-6 Diagrama de recorrido propuesto*.

Todos los equipos propuestos para el nuevo sistema son compactos y reducidos, de tal manera que permite la ubicación de los equipos tomando en cuenta la distancia recorrida por cada etapa, optando por esta nueva distribución los recorridos se minimizan, de tal manera que permite que las actividades se puedan realizar en menor tiempo.

Dentro del área de embotellado la empresa cuenta con un equipo con dimensiones grandes de envasado ocupando un espacio físico considerable e innecesario porque no tiene uso desde hace bastantes años, restringiendo un funcionamiento óptimo del lugar; como consecuencia se tiene la falta de espacio y desorden durante la realización de actividades; como sugerencia ese equipo se debe ubicar en área de almacén de materiales en donde se cuenta con instalación adecuada para su ubicación.

El sistema de llenado por tubería, no tiene un lugar fijo de realización quedando a consideración del jefe de producción, en donde realizar el llenado de producto por cada lote de producción según normas de SENASAG dentro de los ambientes para la realización de actividades deben, disponer de un espacio suficiente y definido para cada operación permitiendo que las tareas se ejecuten en orden, por tal motivo la distribución propuesta permite que la línea tenga un lugar fijo para realizar todas sus etapas de operación satisfactoriamente permitiendo una distribución eficiente de las instalaciones y no se limite para una futura ampliación de la línea de embotellado.

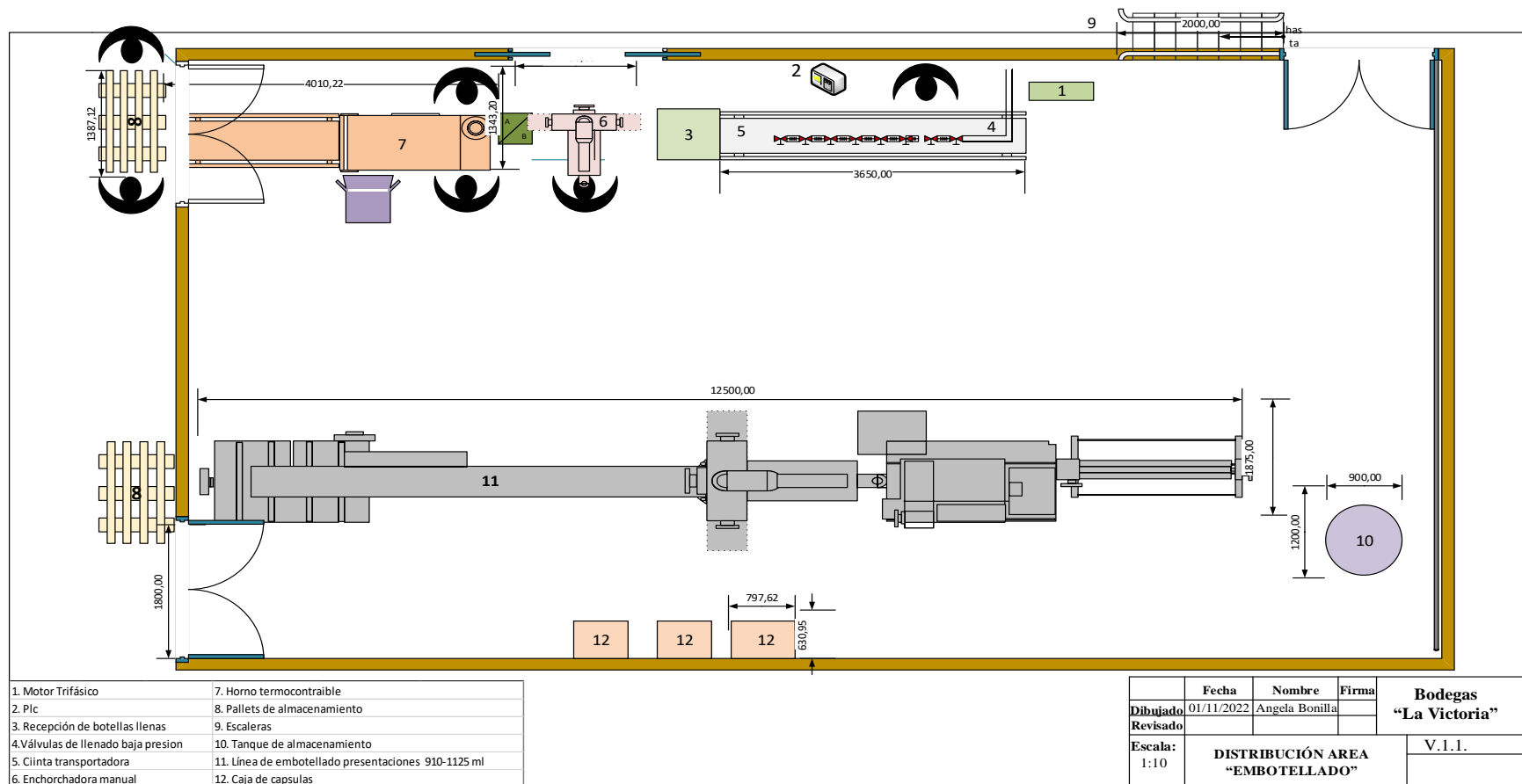
Sin embargo, si no se cambia el lugar de ubicación del equipo actual en desuso, los equipos que se propone incorporar no tendrán una buena distribución, cabe mencionar de tal manera que se pueda ubicar adecuadamente y realizar actividades con el mejor desempeño siendo un rediseño de la línea de embotellado y no un cambio radical en sí, para ello se tiene especificaciones de medida de los equipos para obtener una distribución adecuada, dada la característica del proceso de embotellado de productos las etapas de los procesos se deben realizar de forma secuencial lo más cercano posible porque están relacionadas entre sí.

Como norma complementaria, debido a las condiciones de humedad, la empresa cuenta con drenaje para mantener el suelo lo más seco posible, además que todas las instalaciones para equipo eléctrico deben ser conectadas a tierra y protegidas de la humedad. También debe colocar interruptores de parada en caso de emergencia. Las instalaciones eléctricas deben ser formales, protegidas y seguras.

Para que el ambiente de trabajo esté libre de riesgos se propone un registro de limpieza de lugar con la realización de estas operaciones sencillas el personal se asegurara de que los equipos funcionen adecuadamente.

Figura 3-5

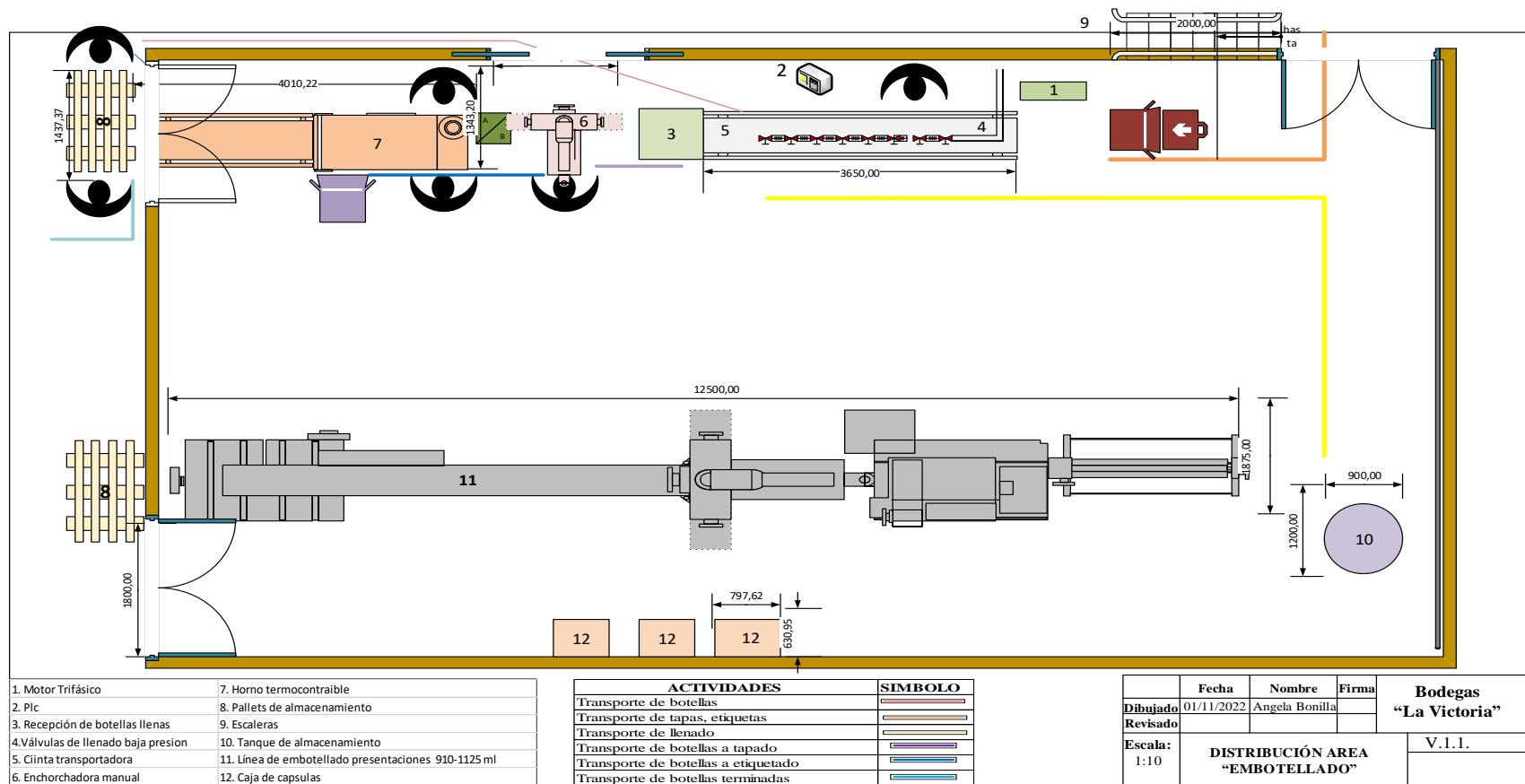
Lay out propuesto



Nota. En la figura se muestra el recorrido propuesto de acuerdo a la ubicación de equipos. Fuente y elaboración propia.

Figura 3-6

Diagrama de recorrido propuesto



Nota. En la figura se muestra el recorrido propuesto de acuerdo a la ubicación de equipos. Fuente y elaboración propia.

3.11. Cursograma analítico del proceso de embotellado propuesto

LA VICTORIA		CURSOGRAMA ANALITICO			HOJA 01-02					
		CURSOGRAMA N° 01			RESUMEN					
DESCRIPCION		Actividad	Símbolo	Actual	Propuesto	Economía				
Objetivo: Analizar el recorrido durante el proceso de embotellado y actividades que no agregan valor al producto		Operación	●	6	4	2				
Proceso: Embotellado de vino tinto-blanco		Inspección	■	6	7	-				
Lugar: Area de embotellado		Espera	●	2	1	-				
Operario (s): Jefe de Producción- Operarios		Transporte	➔	7	5	2				
Elaborado por: Angela Lourdes Bonilla Cuellar		Almacenamiento	▼	1	1	-				
Método: Propuesto		Tiempo total:	Distancia total:							
Producto: Damajuanas Vidrio		Fecha: 13/10/2022								
Cantidad: 1 lote (1441,88 litros)										
N°	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	Cantidad (unidad)	Distancia (metros)	Tiempo (segundos)	SIMBOLO				OBSERVACIONES	
					●	■	●	➔		▼
1	Traslado de botellas al inicio de la cinta	4	16,7	647,98						Cada operario recoge 2 botellas manualmente
2	Traslado de tapas a la mesa de sellado	1	7,6	199,33						1 operario recoge tapas para sellado de botellas
3	Traslado de etiquetas al horno termocontraible		0,05	30,36						1 operario recoge etiquetas al area de etiquetado
4	Toma de muestra de vino	1	0	36,86	●					Jefe de producción -Enologo
5	Transporte de muestra a laboratorio	1	43	265,33						Botellas 850ml-100ml
6	Análisis de producto	1	0	3600						Enologo revisa acidez y grado alcoholico
7	Se realiza control de botellas limpias	2	9,6	45,39						Botellas secas y sin presencia de particulas
8	Traslado de botellas sucias al area de lavado	2	9,6	43,13	●					Se devuelve las botellas sucias al area de lavado
9	Pulsar boton de arranque	1	2,8	2,36						Acciona el boton de parada al finalizar el lote
10	Alimentación de botellas de damajuanas	1	0	0,73						Alimentación automática
11	Verificación de tapa en buen estado	1	0	18,89						Se verifica que la tapa no este dañado
12	Sacar botellas del final de la cinta	1	0,36	0,5	●					2 Operarios manualmente recogen las botellas
13	Verificación de bolsas en buen estado	1	0	17,19						Bolsas limpias
14	Colocado de bolsas en la botella	500	0	43,18	●					2 Operarios
15	Limpieza de botellas etiquetadas	1	0	7,24						Botellas etiquetadas sin salpicadura de producto
16	Traslado de botellas a horno termocontraible	500	0,4	11,38						2 Operarios
17	Verificación de producto final en buen estado	500	0	14,05						Se verifica que la botella este bien etiquetada
18	Paletizado en superficie de palet	500	0	20,36						Se recoge las botellas y almacenan
TOTAL		2018	90,11	5004,26						

Para realizar el análisis del estudio propuesto se tomó como base el cursograma analítico actual, partiendo desde el transporte de materiales al área de embotellado, en el cursograma empleado se puede apreciar la reducción del tiempo de embotellado en 5013.26 segundos, se minimiza el tiempo de traslado, se basa en el funcionamiento de los componentes empleados de automatización y la

ubicación de la cinta transportadora y la automatización del proceso de llenado siendo que no tiene distancias de recorrido muy amplias.

3.12. Cursograma bimanual propuesto

Para esta etapa de análisis se toma como base el cursograma bimanual actual, se redujeron algunas actividades del proceso con movimiento de ambas manos.

Tapa con corcho sintético

LA VICTORIA		DIAGRAMA BIMANUAL N°1						HOJA 01-02					
DESCRIPCION		RESUMEN						DISPOSICIÓN DEL LUGAR DE TRABAJO					
Operación: Tapar botellas con corcho		Actividad	Simbolo	Actual	Propuesto	Tiempo Ac.							
Objeto: Encorchadora manual		Operación	●	3	3	3	-			20,89	19,67		
Lugar: Area de embotellado		Transporte	→	1	1	1	1			Tiempo Pro.			
Operario		Espera	⬇	1		1	1			19,8	18,78		
Elaborado por: Angela Lourdes Bonilla Cuellar		Almacenamiento	▼	-	-	-	3			1,09	0,89		
N	DESCRIPCION DE LA MANO IZQUIERDA	Tiempo en seg	SIMBOLO				SIMBOLO				Tiempo en seg	DESCRIPCION DE LA MANO DERECHA	N
			●	→	⬇	▼	●	→	⬇	▼			
1	Toma un corcho previamente remojado	2,65	●				●				3,56	Recoge la botella de vidrio	1
2	Colocado de corcho en la parte superior de la botella	4,12	●				●				3,33	Sostiene la botella de vidrio	2
3	Sujeta el mango de la encorchadora manual	6,03			●						5,02	Sostiene la botella de vidrio	3
4	Jala la manija de la encorchadora	3,48	●				●				3,48	Sostiene la botella de vidrio	4
5	Transporte de la encorchadora a etiquetado	3,52			●					●	3,39	Espera	5
Totales		19,8									18,78	Totales	

Tapado con tapa rosca

DESCRIPCION		RESUMEN						Tiempo en seg		DESCRIPCION DE LA MANO DERECHA		N	
N	DESCRIPCION DE LA MANO IZQUIERDA	Tiempo en seg	SIMBOLO				SIMBOLO				Tiempo en seg		
Operación: Etiquetar las botellas		Actividad	Simbolo	Actual	Propuesto	Tiempo Ac.							
Objeto: Botellas de vidrio		Operación	●	2	3	1	2	20,99	19,28				
Lugar: Area de embotellado		Transporte	➡	1	1	-	2	Tiempo Pro.					
Operario		Espera	■	1		1	-	18,99	18,61				
Elaborado por: Angela Lourdes Bonilla Cuellar		Almacenamiento	▼			2		2	0,67				
LA VICTORIA		DIAGRAMA BIMANUAL N°1						HOJA 01-02					
								DISPOSICIÓN DEL LUGAR DE TRABAJO					
1	Recoge la etiqueta	3,53	●					●			4,09	Recoge la botella de vidrio	1
2	Sostiene la botella	7,35						●			6,19	Abre la etiqueta	2
3	Sostiene la botella	4,05						●			5,12	Coloca la etiqueta en la botella	3
4	Espera	4,06						●			3,21	Empuja la botella al horno termocontraible	4
Totales		18,99	1		1	2		2		2	18,61	Totales	

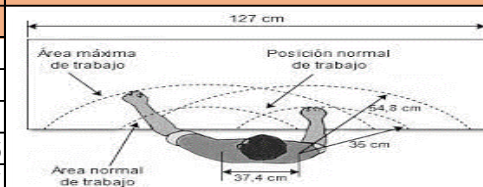
Etiquetado

El dato del diagrama bimanual propuestos se realizó desde recoger las botellas tapadas hasta el traslado de botellas al horno termocontraible, en el diagrama se puede ver la reducción de tiempo de etiquetado.

DESCRIPCION		RESUMEN						Tiempo Ac.		Tiempo Pro.			
Operación: Tapar botellas con tapa rosca		Actividad	Símbolo	Actual	Propuesto			16,28	15,03				
Objeto: Sellado manual		Operación	●	3	2								
Lugar: Area de embotellado		Transporte	→	1	1								
Operario		Espera	■		1			14,34	13,76				
Elaborado por: Angela Lourdes Bonilla Cuellar		Almacenamiento	▼					1,94	1,27				
N	DESCRIPCION DE LA MANO IZQUIERDA	Tiempo en seg	SIMBOLO				SIMBOLO				Tiempo en seg	DESCRIPCION DE LA MANO DERECHA	N
			●	→	■	▼	●	→	■	▼			
1	Toma una tapa con anillo de sellado	2,33	●				●				2,25	Recoge la botella de plastico	1
2	Colocado de tapa en la parte superior de la botella	4,3	●				●				3,45	Situa la botella en la mesa	2
3	Presiona la tapa en la botella	5,15	●				●				5,03	Sostiene la botella de plastico	3
4	Transporte de la botella a etiquetadora	2,56	●	→			●	→			3,03	Espera	4
Totales		14,34	3	1			2	1	1		13,76	Totales	

HOJA 01-02

DISPOSICIÓN DEL LUGAR DE TRABAJO



3.13. Cálculo de productividad propuesto

Datos

1 lote de 1441.88 litros \Rightarrow 310 unidades de damajuana

Tiempo de Trabajo Empleado 5013.26 seg \Rightarrow 83.71 min

Según la ecuación 1

$$PRODUCTIVIDAD ACTUAL = \frac{310 \text{ unidades}}{83.71 \text{ min}}$$

$$PRODUCTIVIDAD ACTUAL = 3.703 \frac{\text{unidades}}{\text{minuto}}$$

Para calcular la productividad, los datos de tiempo son basados en el cursograma analítico propuesto tomando un factor de productividad, lo cual nos da como indicador unidades/tiempo.

3.14. Estudio de tiempos propuesto

Se presenta una tabla resumen de tiempos propuestos, de acuerdo a las modificaciones que se deben realizar al rediseño del sistema cambiaron las holguras, como consecuencia se modificaron los valores de los suplementos; para realizar este estudio se toma como base el tiempo promedio de observaciones actuales, al ser una propuesta no se pueden obtener datos reales, sino una simulación de la misma, con el rediseño propuesto se minimizan algunas variables, en *Anexo 3-6 Estudio de tiempos propuestos* se encuentra el desarrollo de la misma.

3.14.1. Resumen de estudio de tiempo propuesto

A continuación, se muestra cuadros resumen del estudio de tiempos.

Cuadro III-1*Resumen de estudio de tiempos tapado con corcho sintético*

N°	CODIFICACION	DESCRIPCION DE ELEMENTO	Tiempo Promedio Observado	Calificación de Desempeño (%)	Tiempo Normal	Suplemento	Tiempo estandar
1	A	Toma un corcho previamente remojado	2,33	115	2,68	0,22	3,43
2	B	Colocado de corcho en la parte superior de la botella	4,09	115	4,71	0,22	6,03
3	C	Sujeta el mango de la encorchadora manual	5,89	115	6,77	0,19	8,36
4	D	Jala la manija de la encorchadora	4,17	115	4,79	0,34	7,26
5	E	Transporte de la encorchadora a etiquetado	3,41	95	3,24	0,22	4,16

Nota. Fuente y elaboración propia

Cuadro III-2*Resumen de estudio de tiempos tapado con tapa rosca*

N°	CODIFICACION	DESCRIPCION DE ELEMENTO	Tiempo Promedio Observado	Calificación de Desempeño (%)	Tiempo Normal	Suplemento	Tiempo estandar
1	A	Toma una tapa con anillo de sellado	2,31	115	2,66	0,19	3,28
2	B	Colocado de tapa en la parte superior de la botella	4,34	115	4,99	0,22	6,39
3	C	Presiona la tapa en la botella	5,31	115	6,10	0,25	8,14
4	D	Transporte de la botella a etiquetadora	4,40	95	4,18	0,26	5,65

Nota. Fuente y elaboración propia

Cuadro III-3*Resumen de estudio de tiempos etiquetado*

N°	CODIFICACION	DESCRIPCION DE ELEMENTO	Tiempo Promedio Observado	Calificación de Desempeño (%)	Tiempo Normal	Suplemento	Tiempo estandar
1	A	Espera	4,32	100	4,32	0,2	5,40
2	B	Recoge la etiqueta	7,26	100	7,26	0,22	9,31
3	C	Etiqueta la botella	4,28	115	4,92	0,28	6,83
4	D	Empuja la botella al horno termocontraible	4,22	115	4,85	0,28	6,73

Nota. Fuente y elaboración propia

3.15. Presupuesto de inversión del sistema de embotellado propuesto

Para este punto del proyecto se realiza el costo de instalación del sistema propuesto desglosándose en materiales, equipos y mano de obra para su instalación, también se detalla un tiempo estimativo de instalación del sistema, en caso se implemente el proyecto a futuro. A continuación, se detalla todos los costos necesarios para la propuesta.

3.15.1. Costo de mano de obra

Tabla III-1

Costo mano de obra

Materiales y Equipos	Actividad	Responsable	Costo
TUBO DE ACERO INOXIDABLE DE 2 PULGADAS	Cambiar el tubo de eje horizontal incrementando aproximadamente 2 metros de acero inoxidable de 2 pulgadas.	Jefe de producción Soldador	800 650
CONEXIONES DE CABLE A TABLERO ELÉCTRICO	Es indispensable se realicen las conexiones de cable para el funcionamiento. Cabe mencionar que la empresa cuenta con conexiones de cable bajo tierra y tablero de control.	Electricista Albañil	1500 850
CONEXIÓN E INSTALACION DE EQUIPOS	Una vez comprado los equipos se debe realizar todas las instalaciones de los componentes para el funcionamiento de los mismos.	Electricista	3500
Total en Bs			7300

Nota. Este cuadro muestra los requerimientos necesarios para poder realizar la instalación del sistema propuesto. Fuente y elaboración propia.

3.15.2. Costo de materiales

Tabla III-2

Costo de materiales

INSTALACION DE SISTEMA DE EMBOTELLADO INSTALACION DEL SISTEMA PROPUESTO					
ANGELA NOMBRE DE LA EMPRESA DIRECCION - TELEFONOS CIUDAD - PAIS		Desglose de insumos general: MATERIAL			
Proyecto: INSTALACION DE SISTEMA DE EMBOTELLADO PROPUESTO			Lugar: TARJA		
Cliente: BODEGAS "LA VICTORIA"			Fecha: 06/nov/2022		
			Tipo de cambio: 6,96		
N°	Descripción insumos	Und.	Cant.	Unit.	Parcial (Bs)
1	Accesorios 1"	jueg	4,00	8,700	34,80
2	Cable de aluminio 1/0 acsr	m	0,32	12,560	4,02
3	Cable de cu 2 awg tw	m	16,80	56,900	955,92
4	Cable de cu aislado no 4 awg	m	12,00	40,700	488,40
5	Caja metalica interperie 10x20x30	pza	1,00	234,000	234,00
6	Cinta metalica para poste	gib	1,00	80,600	80,60
7	Disyuntor t.m. 1x70	pza	1,00	234,000	234,00
8	Grapas para cinta metalica	pza	5,00	10,100	50,50
9	Tubo de 1" pvc	m	4,20	4,200	17,64
Total:					2.099,88

Nota. Esta figura muestra los costos estimativos de ítems planteados en prescom de adquisición de materiales, incluyen IVA y transporte al lugar. Elaboración propia.

3.15.3. Costo de equipos

Tabla III-3

Costo de equipos

Ítem	Cantidad /unidad	Descripción	Precio unitario	Precio total
1	1 PZA	Logo básico	1426.80	1426.80
2	1PZA	Variador de frecuencia	2733.55	2733.55
3	2PZA	Motor trifásico	953.24	953.25
4	1 PZA 4.6metros	Cinta transportadora charnela	33060	33060
Total			38173,59Bs	38173,59Bs

Nota. Datos obtenidos de marca siemens proveedor Bolivian Electric, incluye costos de transporte e IVA. Fuente. Bolivian Electric. Elaboración propia.

Es importante mencionar que la adquisición de los equipos, no es limitativa la empresa puede considerar las compras materiales de otros proveedores en el territorio nacional, el proveedor Bolivian Electric. Incluye IVA y en el costo el transporte de equipos al lugar de la empresa con un tiempo de entrega de 48 horas una vez recepcionado el pedido de equipos.

3.16. Resumen de costos totales

En base a los cuadros explicado anteriormente se presenta un cuadro resumen de costos

Tabla III-4

Resumen de costos totales

ITEM	Precio
Costos de mano de obra	7300
Costos de materiales	2099.08
Costos de equipos	38173,59
Costos totales en Bs.	47572.67

Nota. En la tabla muestra el resumen de costos totales para la implementación del sistema. Fuente y elaboración propia.

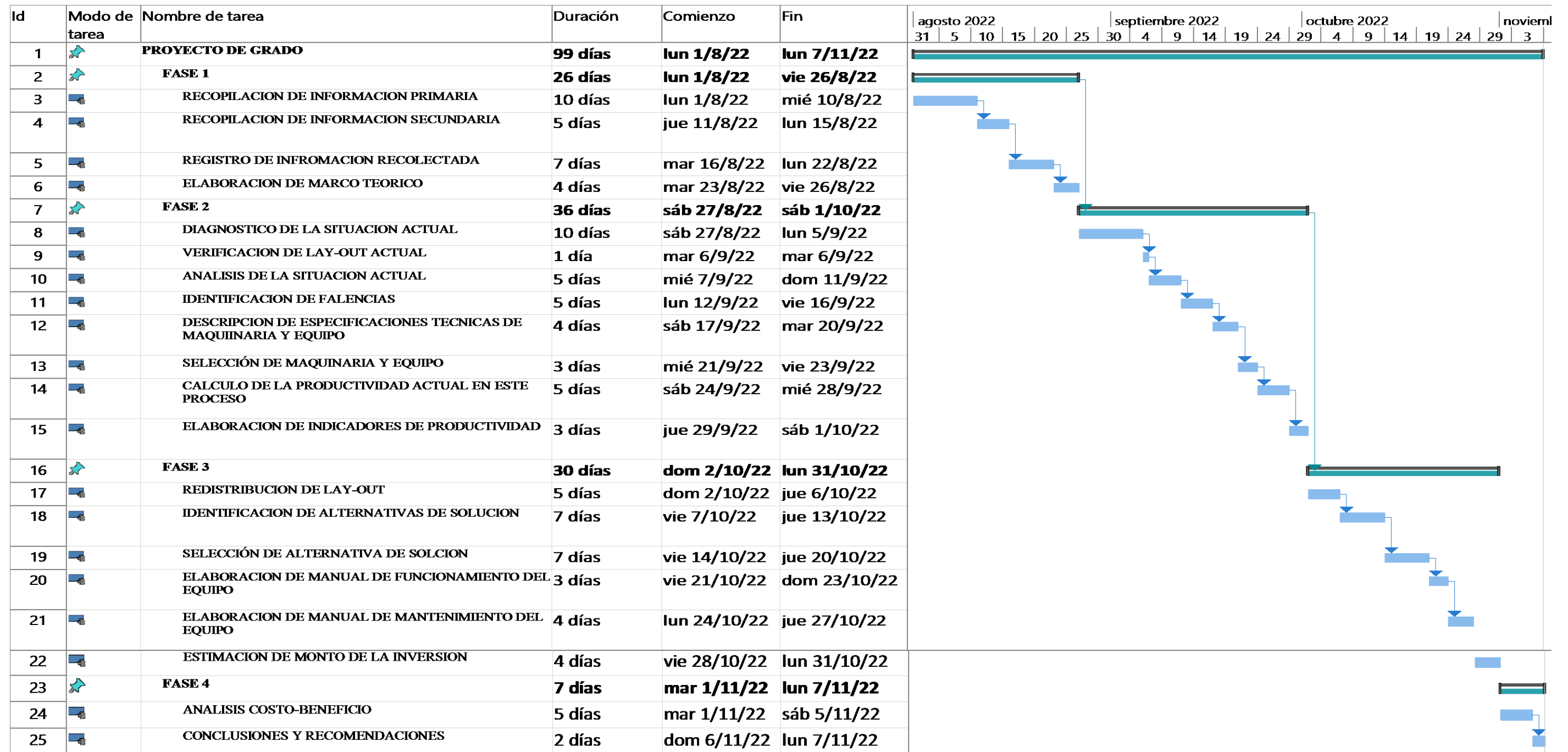
El costo total del proyecto es de 47572,67 Bs equivalente a 6835,15 \$

3.17. Cronograma de instalación del sistema

Muestra la secuencia de actividades que se debe realizar para la instalación del sistema aproximadamente 61 días hábiles para la instalación y puesta en marcha del sistema propuesto.

Figura 3-6

Cronograma de ejecución de proyecto



Nota. Esta tabla muestra las actividades para la implementación del sistema. Fuente y elaboración propia.

3.18. Resultados y discusión

El sistema de embotellado de línea en damajuana propuesto, está conformado por una automatización en el proceso de llenado de producto y una optimización en el proceso de tapado y etiquetado, no se cambia la línea de embotellado; sin embargo, se realizó un rediseño del proceso con incorporación de equipos, para realizar la propuesta fue necesario utilizar herramientas de análisis, las planillas de cursogramas de actividades, cursogramas bimanuales, diagramas de recorrido y diagrama de flujo del proceso.

Como consecuencia, se elaboró los manuales de procedimiento de embotellado en donde especifica la secuencia de actividades para realizar el procedimiento estandarizado, fichas técnicas de componentes empleados que servirán al momento de instalación de los equipos y el mantenimiento preventivo de cada uno, también se elaboró manuales de función del personal que forma parte de embotellado de producto, y diagrama eléctrico de conexión de todos los componentes.

3.18.1. Análisis y discusión de resultados

Con la propuesta se genera una optimización de tiempo del proceso de embotellado lo cual incrementa la productividad en esta etapa y se garantiza un producto de calidad al momento de su embotellado.

Se elimina el derrame de producto al embotellar y se garantiza el nivel de llenado en las botellas pets y de vidrio minimizando las pérdidas económicas a la empresa por derrame de producto.

Una distribución de Lay-Out adecuada, definiendo un lugar específico de realización de este proceso y reduciendo las distancias de recorrido en el área.

3.18.2. Comparación de proceso actual y propuesto

Cuadro III-7

Comparación de proceso actual y propuesto

Comparaciones cuantitativas	
Productividad actual 2.57 unidades/minuto	Productividad con el sistema propuesto 3.7 unidades/ minuto
Tiempo empleado actual para el proceso 7220.95 seg	Tiempo propuesto para el proceso 5013.26 seg
Requerimiento de Mano de Obra actual 15 operarios	Requerimiento de Mano de Obra actual 8 operarios
Comparaciones cuantitativas	
Distribución inadecuada de espacio.	Distribución de espacio de acuerdo a necesidades de la empresa.
Derrame de producto al momento de llenar la botella por error humano.	Se elimina el derrame de producto en esta etapa por la automatización de llenado de producto.
Actividades realizadas de forma empírica.	Se elaboró manuales de función de personal empleado en el proceso, fichas técnicas y diagramas de sistema propuesto.

Nota. Este cuadro muestra el análisis comparativo cualitativo y cuantitativo del proceso actual y propuesto.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1. Conclusiones

- Al realizar el análisis detallado de esta línea de producción se verificó diversos problemas, al ser un proceso que se realiza manualmente en todas sus etapas, el mismo que incluye irregularidades en el nivel de llenado de producto.
- Es necesario el rediseño de embotellado de la línea damajuanas que permita evitar el contacto directo del operario con el producto como una manera de evitar el derrame de producto en este proceso.
- Se realizó un diseño eléctrico con válvulas y temporizadores, que permite el proceso de llenado automático y la estandarización en la etapa de tapado y etiquetado de producto, permitiendo se mejora la productividad de la empresa, reduciendo los tiempos en este proceso.
- Las selecciones de los equipos para la automatización fueron realizadas de acuerdo a las condiciones y requerimientos de la empresa, eligiéndose los que mejor se adaptan a su sistema.

11.2. Recomendaciones

- Es recomendable optar por la presente propuesta planteada para un incremento en la productividad en la empresa en este proceso; además de considerar que no existen equipos de embotellado para 2 tipos de llenado.
- Es necesario realizar capacitaciones al personal nuevo de la empresa para evitar que se realicen actividades de forma empírica, se recomienda ver Anexos 3-1 Manual de procedimiento de embotellado.
- La utilización de gorros, guantes y otras medidas de equipos de protección personal, para garantizar la higiene del producto.