

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



Planificación y control de la producción en una empresa embotelladora de agua de mesa para disminuir sus ingresos no percibidos

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

AUTOR

Greicy Nicole Belleza Vigo

ASESOR

Oscar Kelly Vasquez Gervasi

<https://orcid.org/0000-0002-3893-0516>

Chiclayo, 2023

**Planificación y control de la producción en una empresa embotelladora de
agua de mesa para disminuir sus ingresos no percibidos**

PRESENTADA POR
Greicy Nicole Belleza Vigo

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Sonia Mirtha Salazar Zegarra
PRESIDENTE

Annie Mariella Vidarte Llaja
SECRETARIO

Oscar Kelly Vasquez Gervasi
VOCAL

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación a Dios, por protegerme, darme la sabiduría necesaria y permitirme llegar a culminar mi carrera profesional.

A mis padres Javier Andrés Belleza Díaz y María Elena Vigo Silva, quienes con su amor y apoyo incondicional me dieron la fortaleza para continuar; son mi motor y motivo de salir adelante y cumplir mis metas.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por bendecirme en cada paso que doy.

A mi familia y amigos por estar presente en el desarrollo de esta investigación, brindándome sus consejos y ánimos.

A los docentes universitarios por compartir sus conocimientos a lo largo de la carrera, en especial a mi asesor el Ing. Oscar Vásquez Gervasi quien contribuyó a concluir con éxito el presente trabajo de investigación.

Belleza Vigo V1

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	6%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
5	www.mendoza.gov.ar Fuente de Internet	<1%
6	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	engineering.uitm.edu.my Fuente de Internet	<1%
8	revistacid.itslerdo.edu.mx Fuente de Internet	<1%
9	revistas.unilibre.edu.co Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	6
Abstract	7
I. Introducción.....	8
II. Revisión de literatura.....	10
III. Materiales y métodos	16
IV. Resultados y discusión	18
V. Conclusiones	36
VI. Recomendaciones	37
VII.Referencias.....	38
Anexos	40

Resumen

La presente investigación fue realizada en una empresa embotelladora de agua de mesa, la cual se dedica a la producción y comercialización de bidones de agua en presentación de 20 l. En base a las múltiples deficiencias que presentaba la empresa como paradas durante la producción debido al constante desabastecimiento de materia prima; además, el proceso no contaba con tiempos estandarizados lo cual la conllevaban a no cumplir con la demanda que presentaba, requiriendo de horas extras por parte del personal de planta, ello originó que el 53,49% de los pedidos no sean atendidos y por ende la empresa no percibiera estos ingresos. A fin de que se brinden soluciones a las razones previamente mencionadas se tuvo como objetivo realizar una planificación y control de la producción, mediante el diagnóstico de la situación actual y las propuestas de mejora planteadas como la estandarización de tiempos y balance de línea se logró reducir el cuello de botella de 1,82 min a 1,7 min, obteniendo una eficiencia de línea del 86,32%. Por otro lado, se realizó una proyección de la demanda seguidamente de un plan de producción, a fin de que se atendiera la demanda presentada, posteriormente mediante el plan de requerimiento de materiales se determinó la cantidad de materiales a utilizar y así evitar los paros durante la producción, obteniendo un nivel de servicio del 95,15%, finalmente mediante un análisis costo-beneficio se obtuvo S/1,35, lo que indica que la propuesta es viable.

Palabras clave: Planificación, Control, Producción, Balance de línea

Abstract

The present investigation was made in a table water bottling company, which is dedicated to the production and marketing of water drums in presentation of 20 liters. Based on the multiple deficiencies that the company presented as stops during the production due to the constant shortage of raw material; also, the process did not have standardized times, which induced it to not comply with the demand that it presented, requiring overtime by plant staff, this caused that 53,49% of the orders were not attended and therefore the company did not receive this income. For the purpose of provide solutions to the reasons mentioned above, the objective was to carry out a planning and control of production, through the diagnosis of the current situation and the improvement proposals, such as the standardization of times and line balance, it was possible to reduce the bottleneck from 1,82 min to 1,7 min, obtaining a line efficiency of 86,32%. On the other hand, a demand projection was made followed by a production plan, for the purpose of attending to the demand presented, subsequently, through the requirement plan of materials, the quantity of materials to use was determined to avoid stoppages during the production, obtaining a service level of 95,15%. Finally, through a cost-benefit analysis, S/1,35 was obtained, it indicates that the proposal is viable.

Keywords: Planning, Control, Production, Line Balance

I. Introducción

Durante los últimos años el mercado de agua embotellada ha ido en constante crecimiento, a pesar de las múltiples variaciones en el entorno. Esta tendencia se originó debido a la carencia que en repetidas veces se presenta en la red pública, conduciendo así a la población a recurrir a la compra de agua embotellada para cubrir usos domésticos, sobre todo en temporada de verano, debido a la demanda que presenta al ser un producto de primera necesidad.

De acuerdo con la OMS [1] el agua es primordial para la hidratación del cuerpo humano, además recomienda que se debe consumir de 2 a 3 litros de agua diaria puesto que regula la temperatura corporal, lubrica articulaciones y órganos permitiendo una buena digestión.

A nivel mundial, las empresas dedicadas a este sector se han ajustado a nuevas tendencias generadas por los consumidores, como aquellos que desarrollan actividades deportivas y buscan algo sano con qué hidratarse. A razón de esto [2] indica que el consumo de agua embotellada puede ascender a 391 millones litros, incrementándose en un 52% respecto al año anterior.

En comparación a Brasil que registra un consumo per cápita anual de 25 litros, seguido por Colombia con un 15,5 litro se podría decir que nos encontramos en un mercado en potencia a incrementar el consumo de agua embotellada, ya que anualmente se ha registrado un aumento del 20% en el consumo per cápita.

El volumen de ventas a nivel nacional de agua embotellada aumentó de un 24% a un 30%, esto gracias a la atención que se está dando a consumir productos saludables. Un estudio realizado por Kantar Worldpanel (KWP) [3] demostró que es posible que las cifras en cuanto al consumo de agua embotellada sigan ganando participación en el mercado, pasando a ser considerada la segunda categoría de bebidas más consumidas. La compra de bidones de agua de mesa en los hogares incremento siendo el sector de nivel socioeconómico AB con mayor participación, a diferencia del sector socioeconómico D y E presentando solo el 29% de participación.

Las pymes [4] contribuyen en cuanto al desarrollo de la economía nacional, puesto que constituyen más del 99% de las empresas en el Perú, creando un 85% del total de puestos de trabajo, generando un 40% del producto bruto interno. Considerando que, en la región Lambayeque dentro de las pymes se encuentra una variedad de empresas productoras y comercializadoras de agua de mesa, las cuales interactúan en un mercado competitivo por lo que es de suma importancia mantener su proceso en constante dinamismo a fin de cumplir con la demanda, brindando siempre calidad y un buen servicio.

El presente trabajo se desarrolló en una embotelladora de agua de mesa en la cual previamente se realizó un estudio de mercado en la región Lambayeque, para determinar la viabilidad de un producto considerado de vital importancia para la salud como lo es el agua. En la embotelladora de agua se implementó y equipo la planta de manera que el proceso de agua purificada cumpla con los estrictos controles de calidad e inocuidad a fin de que se obtenga un producto de excelente calidad y sea apto para el consumo humano. Para su posterior envasado y comercialización en bidones de policarbonato y polipropileno en presentación de 20 litros de capacidad.

Durante todos estos años en el mercado la empresa ha ido obteniendo prestigio, sin embargo, se ha observado múltiples deficiencias. En cuanto al proceso de producción, se determinó que, solo se utiliza el 39% de la capacidad de la planta en términos monetarios representa un total de S/542 800. Con respecto a la mano de obra, el no contar con tiempos estandarizados afecta la producción, incurriendo en horas extras por parte del personal a fin de cumplir con la demanda que presentaba; además de acuerdo con el estudio de tiempos que se realizó, la empresa presentó una productividad de 1 647 bidones por mes, un tiempo muerto de 3,3 minutos y una eficiencia de la línea del 69,78%. Por otro lado, se presentó la falta de disponibilidad de materiales en el momento que se requiere, en este caso es el administrador quien se encarga de realizar las compras para el abastecimiento, sin embargo, al no tener un control de los materiales a utilizar se presenta una demora de 2 a 3 días para notificar y realizar las compras, esto conlleva a tener un total de 311 horas, que en términos monetarios esto representó S/15 060; generando que se presente un nivel de servicio del 46,51%, debido a las deficiencias anteriormente mencionadas en la empresa se originó S/270 395,66 en ingresos no percibidos.

De acuerdo con la problemática anteriormente mencionada, se planteó la siguiente interrogante ¿Cómo impacta la falta de planificación y control de la producción en una empresa embotelladora de agua de mesa en los ingresos no percibidos?

El objetivo general es reducir los ingresos no percibidos a través de una adecuada planificación y control de la producción en una empresa embotelladora de agua de mesa como objetivos específicos se tiene diagnosticar la situación actual del sistema productivo en la empresa embotelladora de agua de mesa, elaborar una propuesta de planificación y control de la producción de la empresa embotelladora de agua de mesa y realizar un análisis del costo-beneficio de la propuesta.

Esta investigación tiene el fin de proponer la planificación y control de la producción en una empresa embotelladora de agua de mesa, puesto que la empresa no cuenta con una adecuada planificación de materiales, mano de obra y no realiza un mantenimiento preventivo de los equipos ocasionando paradas durante la producción.

Para esta investigación se hizo uso de diversas metodologías y herramientas de ingeniería industrial correspondiente a la planificación y control de la producción de manera que se afiance los conocimientos adquiridos durante la carrera profesional. Por otro lado, se busca contribuir con la empresa de manera que obtenga rentabilidad mediante la disminución de los ingresos no percibidos y mejore su competitividad frente a otras empresas dedicadas al mismo sector. Así mismo, esta investigación puede ser utilizada para futuras investigaciones que se encuentren dentro del rubro de envasado de bidones de agua de mesa.

II. Revisión de literatura

Naufal y Azianti [5] en su investigación “Improvement of overall efficiency of production line by using line balancing” menciona que el balance de línea aumenta el rendimiento a lo largo del proceso de fabricación, siendo esta una solución efectiva reorganizando y eliminando las actividades que no sean necesarias, lograr reducir el tiempo ciclo y hace que las cargas del trabajo se den de manera equilibrada en los operarios. A partir del diagnóstico realizado en la empresa, se determinó que la línea de producción presentaba un número excesivo en las estaciones de trabajo, lograron recopilar información acerca de los desperdicios, lo cual repercutía al no lograr satisfacer la demanda que presentaba y el flujo de la producción. A partir

de la observación los datos fueron medidos y registrados por cada actividad del proceso determinando un tiempo ciclo de 582,6 s por cada estación de trabajo, posterior a ello calcularon el valor del takt time siendo 134,4 s de la línea de producción con un tiempo de producción de 720 seg, se eliminaron actividades que no agregaban valor, optimizando la secuencia del trabajo. En base al takt time procedieron a equilibrar las cargas de trabajo, determinando que solo se requerirían de 3 operarios para la línea de producción reduciendo el tiempo ciclo a 310,53 s. Con el balanceo de línea lograron aumentar la producción, obteniendo una eficiencia la cual aumento de 66% a 77%.

Chandra y Widyana [6] en su investigación titulada “Estandarización de tiempos de trabajo en PT XYZ” proponen en su estudio que la línea de trabajo se dé de manera estandarizada. Comentan que la capacidad de producción que presenta una planta debe ser aprovechada al máximo tomando en cuenta el nivel de producción planeado; la línea debe darse de manera equilibrada mediante una serie de estaciones de trabajo, donde no incurran tiempos de inactividad, considerando el tiempo ciclo que presenta. Se tuvo en cuenta la secuencia de fabricación. De acuerdo con los tiempos tomados se calculó el tiempo normal y estándar para el proceso, luego mediante el cálculo del takt time pudieron determinar la cantidad de personas necesarias en función a la capacidad que presenta la planta. Finalmente se tuvo una eficiencia del 92% en la línea de producción, logrando disminuir el número de operarios de 47 a 40, aumentando la producción de 69 493 und a 69 613 und.

Herrera en su estudio [7] “Implantación del sistema de planeación de los requerimientos de materiales (mrp) en el suministro del material de empaque en una industria embotelladora” esta propuesta se enfoca en la planeación de los requerimientos de materiales, menciona que se presentó un incremento de demanda de bienes y servicios a nivel global, por lo que las empresas siempre deben encontrarse en constante competitividad frente a empresas del mismo sector. El MRP es una técnica muy útil, puesto que permite controlar y adquirir los materiales en el momento y cantidades exactas, evitando los excesos y/o faltantes. Como objetivo se presentó la aplicación de la herramienta MRP a fin de gestionar de manera adecuada los materiales requeridos en la línea de producción, de acuerdo con el plan maestro de producción con el fin de suministrar adecuadamente los materiales. Como resultados se obtuvo que, de las 3 líneas que se presentan en el turno 1; el envase de 400 ml por cada pallet se necesitaran 3 762 envases, envase de 2 500 ml necesitara 700 envases por pallet, y del envase de 600 ml será necesario 2

560 envases por pallet, obteniendo así un total de 219 924 envases que deben producirse y por cada envase será necesario 1 009 pallets.

Velez y Perez [8] en su investigación “Propuesta metodológica para la gestión de inventarios en una empresa de bebidas caso de estudio: abastecimiento de azúcar” da a conocer la importancia de mantener un adecuado control de inventarios; ya que mediante una adecuada gestión de la cadena de abastecimiento se logra mantener una relación integrada del sistema. El caso se desarrolla en una compañía de bebidas la cual muestra un deficiente manejo de inventarios generándose retrasos en la producción debido a la falta de materia prima. Como objetivo principal se planteó abastecer con las cantidades de los materiales en el tiempo requerido, a fin de cumplir con las unidades demandadas. Mediante la planeación para el abastecimiento tomaron en cuenta los despachos pendientes, los cuales varían de acuerdo con el tiempo de entrega por lo que se determinó que de cada 273 kg de azúcar que se encuentra en inventario la duración es de 6 a 11 días según el sistema ERP que manejan. El proceso se realizó semanalmente mediante los datos generados en el sistema ERP, tomando en cuenta el inventario actual y consumo diario por planta, esos datos se ingresarán al diagrama de Gantt procediendo a marcar el número de viajes; para la planta Norte se realizarán 2 viajes los martes, para la planta centro se programaron 13 viajes intercalados entre fin de semana a martes y para la planta sur se realizarán 6 viajes los lunes y martes. Con el nuevo método de trabajo establecido de tener entre 12 y 15 días de inventario, paso a tener de 7 a 9 días; obteniendo así una considerable reducción de costos por el ingreso de materia prima en planta.

Borrero en su estudio [9] “Procedimiento de organización de la producción para una empresa de bebidas y refrescos” menciona que, la industria de bebidas ha ido incrementando su auge; sin embargo, como resultado de una ineficiente planificación, se origina un decaimiento en las ventas; por lo que las empresas que interactúan en un medio cada vez más exigente deben aumentar el nivel de eficiencia. En el estudio presentan una empresa de bebidas y refrescos en la cual se ha visto afectada el plan de ventas, al no tener una adecuada planificación para su producción. Como objetivo general se planteó diseñar un procedimiento de planificación para la producción, basándose en las necesidades del cliente. Se tomo en cuenta la integridad de las áreas que forman parte del sistema productivo a fin de mejorar la gestión mediante métodos, inclinándose a optimizar este proceso. Se diagnostico la capacidad con la que cuenta la planta, así mismo se realizó una proyección de la demanda basándose en datos históricos, con los

resultados obtenidos determinaron que la empresa contaba con la capacidad para satisfacer las unidades demandadas; el problema se originaba por la falta de materiales, dejando de producir aproximadamente 50 000 litros/año y además por no contar con un sistema de mantenimiento afectando el sistema productivo se deja de producir 124 000 litros/año. Por lo que las ventas se veían afectadas en un 4%. Basándose en las cantidades demandadas por los clientes, se planifico la producción tomando en cuenta 200 litros de excedentes para imprevistos. Obteniendo como resultado un aumento considerable en las ventas.

Bases teóricas

Sistema productivo

Engloba elementos de forma organizada, los cuales interactúan para transformar insumos con el fin de obtener productos terminados. [10]

Proceso de producción

Se define como un proceso de transformación obteniendo como resultado un producto con valor agregado. [11]

Donde:

Tiempo base: Sirve para calcular el tiempo del proceso productivo.

Ciclo: Hace referencia a la estación de trabajo que conlleva mayor tiempo, presentado como restricción.

$$Producción = \frac{Tiempo\ base}{Ciclo}$$

Productividad

Mediante esta fórmula se puede conocer el nivel de beneficio que se obtiene de acuerdo con los recursos que intervienen. El resultado obtenido de la producción y los recursos utilizados en un determinado periodo de tiempo. [12]

$$Productividad = \frac{Producción\ obtenida}{Cantidad\ recurso\ empleado}$$

Productividad laboral

Permite medir la productividad de mano de obra en base a la producción obtenida durante el proceso productivo.

$$\textit{Producción hora – hombre} = \frac{\textit{Producción}}{\textit{Horas – Hombre trabajadas}}$$

Capacidad

Unidades obtenidas en un periodo de tiempo por una organización mediante su proceso de producción.

Capacidad real o efectiva

Capacidad esperada, se obtiene mediante la mezcla de recursos que intervienen en el proceso de producción. [13]

Capacidad utilizada

Es la capacidad que presenta la empresa en base a los recursos empleados. [13]

Utilización

Relación que existe entre la producción real y la capacidad proyectada.

$$\textit{Utilización} = \frac{\textit{Producción real}}{\textit{Capacidad proyectada}}$$

Eficiencia

Se determina mediante la relación entre la producción real y la capacidad efectiva.

Pronósticos

Esta técnica sirve para predecir o tener una estimación en base a experiencias pasadas a fin de que se pueda tener conocimiento de un evento futuro a través de métodos de manera que haya un margen de error menor.

- **Modelos cuantitativos**

Se basa en datos históricos, suponiendo que estos datos son relevantes para el futuro.

- **Modelos cualitativos**

De acuerdo con la etapa en la que se encuentre el producto se determina mediante pruebas de mercado o encuestas a clientes.

Planificación y control de la producción

La planificación busca generar un proceso más eficiente, a partir de una programación adecuada de los recursos que intervienen, de manera que se optimice estos con el fin de obtener un mayor beneficio en una empresa. [14]

Planeación agregada

Es una herramienta que adopta decisiones tácticas respecto al nivel de producción, recursos y existencias a utilizar para la fabricación en un futuro a mediano plazo, de modo que se satisfaga la demanda minimizando costos. [14]

Planificación de requerimientos de materiales

Permite planificar la cantidad exacta de los materiales a utilizar en el proceso productivo, de manera que se cuente con la disponibilidad de estos en el momento preciso que se requiera [12]. El MRP [10] relaciona las necesidades que se presentan en la producción junto con el aprovisionamiento es decir la fecha límite, a fin de que se dé respuesta a preguntas como cuanto y cuando se debe pedir y cumplir con la producción de manera eficaz.

Pedidos no atendidos

Es el producto o servicio que la empresa no entrego dentro del plazo establecido. Originando ingresos no percibidos y un bajo nivel de servicio.

Ingresos no percibidos

Valor monetario que debido a factores internos como externos que intervienen en un proceso, la empresa no lograr percibir. [14]

Nivel de servicio

Porcentaje que representa la satisfacción del cliente en base a productos entregados dentro de la fecha establecida. Cuando la demanda es atendida a tiempo, el nivel de servicio de la empresa es de 95%. [15]

III. Materiales y métodos

Para determinar el diagnóstico de la situación actual de la empresa embotelladora de agua de mesa se realizó visitas técnicas a planta donde se partió de la observación teniendo un enfoque general del proceso productivo. Seguidamente se realizó el registro de la toma de tiempos por cada actividad que se desarrolló para el proceso de producción (Anexo 1), según General Electric Company a través de su guía Time Study Manual [16] estableció que el número de observaciones se realizan de acuerdo con el tiempo ciclo que presenta el proceso de producción, en este caso el número de observaciones tomadas fueron 10, además también se calculó la eficiencia de línea y el tiempo muerto mediante las siguientes formulas [16]:

Eficiencia de línea

$$Eficiencia = \frac{\sum Tiempos\ de\ tareas}{N^{\circ}\ estaciones * Tiempo\ ciclo}$$

Tiempo muerto

$$Tiempo\ muerto = k * c - \sum Ti$$

Donde:

k: número de estaciones

c: Tiempo ciclo o cuello de botella

Ti: Tiempo de operación por cada estación de trabajo

Posterior a ello se calculó la capacidad que presenta la planta, Rojas [13] comenta que, la capacidad se determina mediante las unidades obtenidas en un periodo de tiempo por una organización mediante su proceso de producción, a partir de la capacidad se determinó que presenta una utilización del 39,03% (Anexo 2). Por otro lado, también se realizó el registro de las incidencias que ocurría, tal como los paros durante la producción por el inadecuado abastecimiento de materiales (Anexo 3), en una hoja Excel se anotó el motivo, duración y la frecuencia con la que se presentaba.

Para el desarrollo del segundo objetivo se planteó realizar una estandarización de tiempos, mediante el método de Westinghouse [17] se realizó un estudio de tiempos para cada etapa del proceso productivo, posteriormente a ello se determinó el tiempo promedio que tomaba realizar cada actividad. Una vez obtenido el tiempo promedio, se procedió a calcular tiempo normal, donde asignándole un factor de calificación [18] se pudo obtener el tiempo normal. Para hallar el tiempo estándar se asignó por cada actividad un suplemento de acuerdo con las condiciones en las que el operario realizó su trabajo.

$$\text{Tiempo estandar} = \frac{\text{Tiempo normal}}{1 - \text{Suplementos}}$$

A fin de que se equilibre el flujo de trabajo, se optó por realizar un balance de línea puesto que, mediante esta técnica se logra establecer la velocidad en la que se puede operar la línea, a fin de que se elimine el tiempo ocioso o tiempos muertos que pueda haber. [19]

Takt Time

Se procedió a calcular el takt time mediante la siguiente formula

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempos total de trabajo disponible}}{\text{Producción}}$$

Número de estaciones de trabajo

Se determinó el número de estaciones a fin de que el flujo de línea se desarrolle de manera equilibrada.

$$\text{Número de estaciones de trabajo} = \frac{\text{Tiempo ciclo}}{\text{Takt time}}$$

Eficiencia de línea

$$\text{Eficiencia de línea} = \frac{\sum \text{Tiempo de la tarea}}{\text{N}^\circ \text{ de estaciones} * \text{Tiempo ciclo}}$$

Seguidamente se procedió a realizar un plan de requerimiento de materiales para lo cual en base a la data histórica de la demanda que presentó la empresa se realizó la proyección, se optó por determinar la proyección mediante el método de regresión lineal (Anexo 8 – 9).

Finalmente, se realizó un análisis costo – beneficio para determinar si la propuesta de planificación y control de la producción sería viable para la empresa.

IV. Resultados y discusión

La empresa actualmente no cuenta con tiempos estandarizados conllevando a que presente tiempos muertos, retrasando de alguna manera la producción, en este caso influye la mano de obra ya que, al no seguir un método adecuado, el no contar con una producción planificada origina que los operarios desconozcan cuántas unidades deben producir para satisfacer la demanda existente. A continuación, se muestra los tiempos e indicadores que presenta la empresa, con respecto a su producción.

Tabla 1. Tiempo por operación

	Actividad	Tiempo
	Recepción y verificación	0,42
1	Despiezado	0,22
	Pre Lavado	0,25
	Transporte área lavado	0,28
2	Lavado por fuera	1,26
	Lavado por dentro	1,82
3	Enjuague 1	0,32
	Armado	0,24
	Enjuague 2	0,55
	Transporte área envasado	0,23
4	Inspección 1	0,10
	Desinfección	0,25
	Enjuague 3	0,23
5	Llenado de envase	0,34
	Transporte a base	0,14
	Sellado 1	0,14
6	Sellado 2	0,46
	Inspección 2	0,13
	Transporte PT	0,26
	Total	7,62

Fuente: Elaboración propia

Para hallar la producción, se tomó el cuello de botella que presenta el proceso, con un tiempo base de 480 minutos/día.

$$\text{Producción} = \frac{480 \text{ min/día}}{1,82 \text{ min/unid}} = 264 \text{ unid/día}$$

Así mismo se determinó la producción actual que tiene la empresa en base al tiempo que toma producir una unidad.

$$\text{Producción actual} = \frac{480 \text{ min/día}}{7,62 \text{ min/unid}} = 63 \text{ unid/día}$$

La productividad de mano de obra que presenta la empresa es de 3 und por día.

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{63 \text{ unid/día}}{20 \text{ días}} = 3 \text{ unid}$$

En base a los tiempos tomados se determinó lo siguiente:

Eficiencia de línea:

$$\text{Eficiencia} = \frac{7,62}{6 * 1,82} = 69,78\%$$

Tiempo muerto:

$$\text{Tiempo muerto} = 7,62 - (6 * 1,82) = 3,30 \text{ min}$$

Tiempo por línea:

$$\text{Tiempo por línea} = 4 * 0,74 = 7,28 \text{ min}$$

Capacidad

En la siguiente tabla se muestra la capacidad real, diseñada, capacidad utilizada y la capacidad ociosa que presentó la empresa, en base a estos datos se determinó la utilización.

Tabla 2. Capacidad de planta

Producto	Capacidad utilizada	Capacidad real	Capacidad diseñada	Capacidad ociosa	Utilización
1 bidón de agua 20 l	3 013 und/turno	1 647 und/mes	4 747 und/turno	3 100 und/mes	39,03%

Fuente: Elaboración propia

Inadecuado abastecimiento de materiales

A pesar de la constante demanda que presentó la empresa, esta no ha podido ser atendida en su totalidad, debido a un inadecuado control de abastecimiento de los materiales para la producción. Al no llevar un control se desconoce de las unidades exactas que se deben adquirir a fin de cumplir con la demanda y evitar que haya paradas durante la producción.

Tabla 3. Paradas por inadecuado abastecimiento de materiales

Mes	Paradas en la producción		
	Incidencia	Veces	Duración (min)
Enero	Falta de insumos	16	4 704
Febrero	Falta de insumos	10	4 600
Marzo	Falta de insumos	10	720
Abril	Falta de insumos	17	420
Mayo	Falta de insumos	9	840
Junio	Falta de insumos	17	900
Julio	Falta de insumos	11	1020
Agosto	Falta de insumos	8	500
Setiembre	Falta de insumos	8	660
Octubre	Falta de insumos	5	825
Noviembre	Falta de insumos	10	1 140
Diciembre	Falta de insumos	12	2 340
Total de tiempo muerto			18 669

Fuente: Elaboración propia

Se tiene una parada de la producción debido a la falta de materiales, presentando un total de 311 horas, hablando en términos monetarios esto representó que la empresa deje de producir un aproximado de 3 765 bidones, presentando S/15 060 en ingresos no percibidos por la empresa.

Contratar horas extras por parte del personal

A fin de que se logre un aumento en la producción durante los meses de mayor demanda que presenta la empresa, fue posible debido a la incorporación de personal en planta y al trabajo que se realizó en horas extras a fin de cumplir con lo demandado por los clientes.

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de horas extras que se realizó a fin de satisfacer la demanda, considerando que el turno tiene 8 horas y se trabajó 20 días al mes, en promedio hubo un total 2,91 horas diarias.

Tabla 4. Costo por horas extras del año 2019

Mes	Horas extras trabajadas por operario	Total
Enero	110	S/ 5 390
Febrero	132	S/ 6 468
Marzo	74	S/ 3 626
Abril	24	S/ 1 176
Mayo	12	S/ 588
Junio	28	S/ 1 372
Julio	98	S/ 4 802
Agosto	15	S/ 735
Setiembre	16	S/ 784
Octubre	10	S/ 490
Noviembre	56	S/ 2 744
Diciembre	124	S/ 6 076
TOTAL	699	S/ 34 251

Fuente: Elaboración propia

Polivalencia del personal

Gonzales y Muñoz [28] mencionan que, es de suma importancia que los operarios dominen múltiples técnicas para que se desempeñen de manera versátil en los puestos, con el fin que se logren adaptar a la demanda que se presenta. Para el desarrollo de las actividades se decidió evaluar el desempeño del personal que labora en planta, a fin de determinar si los operarios se encuentran capacitados para desarrollar sus actividades y realizar la correcta manipulación de la maquinaria, además de ser polivalentes y poder intercambiar en cualquier actividad del proceso. La escala que se utilizó para la calificación se encuentra en el Anexo 2.

Operario 1: Tiene una formación avanzada y cualificada en el proceso de destapado y prelavado de bidones. En el proceso de lavado tiene una formación básica. Desconoce el proceso de etiquetado y sellado de bidones.

Operario 2: Es un trabajador cualificado en el proceso de lavado, en sus tiempos libres apoya en el prelavado. Desconoce la manipulación y funcionamiento de la maquinaria.

Operario 3: Es un trabajador cualificado y experto en el proceso de lavado. Apoya en el proceso de etiquetado y sellado, tiene una formación básica en cuanto a la manipulación y funcionamiento de la máquina de envasado, pero desconoce la manipulación de la máquina de tratamiento.

Operario 4: Es un trabajador cualificado y experto en el proceso de lavado, en sus tiempos libres apoya en el llenado de bidones, tiene una formación avanzada con respecto a la manipulación y funcionamiento de la maquinaria.

Operario 5: Es experto y capaz de enseñar a otros debido al tiempo que lleva en la empresa. Conoce la correcta manipulación y funcionamiento de la maquinaria, en sus tiempos libres apoya en el proceso de lavado. Sin embargo, la ausencia de este conllevaría a que la producción disminuya o se contrate una persona.

De acuerdo con el desarrollo de la matriz de polivalencia (Anexo 3) se calculó lo siguiente:

Tasa de polivalencia:

$$TP = \frac{\sum_i * P_i}{n * Np}$$

Donde:

Pi: Número de procesos que puede ejecutar el trabajador

n: Número de trabajadores

Np: Número de procesos

$$Tasa\ de\ polivalencia = \frac{(2 + 2 + 2 + 3)}{(12 * 5)} = 15\%$$

% Trabajadores polivalentes:

$$\% TP = \frac{n^\circ\ de\ trabajadores\ cualificados\ para\ más\ de\ un\ proceso}{Total\ de\ trabajadores\ de\ la\ sección}$$

$$\% TP = \frac{2}{5} = 40\%$$

% Procesos dominados:

$$\% PD = \frac{n^\circ\ de\ procesos\ para\ los\ que\ hay\ mas\ de\ un\ trabajador\ cualificado}{Total\ de\ procesos\ de\ la\ sección}$$

$$\% PD = \frac{2}{5} = 25\%$$

Con los resultados obtenidos se determinó que los operarios presentan una tasa de polivalencia de 15% la cual resulta baja, ya que no todos están aptos para desarrollar las labores dentro de planta, por lo que se debería programar capacitaciones para que estos logren dominar las actividades que se desarrollan.

Pedidos no atendidos

La demanda insatisfecha por la empresa, ocasionados por las múltiples deficiencias que presenta genera ingresos no percibidos y a la vez perdida de posibles clientes como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5. Pedidos no atendidos

Mes	Pedidos no atendidos	Ingresos no percibidos
Enero	2 189	S/ 21 584,53
Febrero	1 517	S/ 13 500,97
Marzo	2 433	S/ 20 907,00
Abril	1 858	S/ 16 031,65
Mayo	2 092	S/ 20 056,00
Junio	1 465	S/ 14 628,76
Julio	1 232	S/ 12 160,98
Agosto	1 316	S/ 10 770,16
Setiembre	1 723	S/ 12 369,50
Octubre	2 250	S/ 16 536,79
Noviembre	2 366	S/ 16 283,88
Diciembre	2 296	S/ 14 796,26
TOTAL	22 737	S/ 189 626,47

Fuente: Elaboración propia

Nivel de servicio

De acuerdo con la demanda que presentó la empresa y la demanda que logra ser atendida, se calculó el nivel de servicio que tiene la empresa embotelladora de agua de mesa.

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{\text{Demanda atendida}}{\text{Demanda total}}$$

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{19\,769 \text{ bidones}}{42\,506 \text{ bidones}} * 100$$

$$\text{Nivel de servicio} = 46,51\%$$

El impacto que tuvo la empresa embotelladora por la falta de planificación se vio reflejado en los ingresos no percibidos registrándose un total de S/ 270 395,66 debido a las causas anteriormente mostradas, evidenciándose la falta de planificación y control de la producción.

Propuestas de mejora

Estandarización de tiempos

De acuerdo con la información brindada por General Electric Company, se estableció el número de observaciones necesarias para realizar el estudio. La asignación de factor de calificación (Anexo 4) se calculó en base al sistema de calificación de Westinghouse [17] y según criterio del observador. Posteriormente, se calculó el tiempo normal mediante la multiplicación de las actividades por el tiempo promedio calculado con el factor de calificación. Mediante la asignación de cada valor a los suplementos por descanso, según criterio del observador, se procedió a determinar el tiempo estándar (Anexo 5).

Balance de línea

Se procedió a realizar un balance de línea de acuerdo con las etapas del proceso productivo, a fin de que se trabaje de manera equilibrada entre los operarios disminuyendo tiempos muertos.

- **Takt Time**

$$Takt\ Time = \frac{480\ min}{264\ und} = 1,82\ min/und$$

- **Número de estaciones de trabajo**

$$n^{\circ}\ estaciones = \frac{7,13\ min}{1,82\ min} = 3,92 \cong 4\ estaciones$$

- **Ciclo real**

$$Ciclo\ real = \frac{7,13\ min}{4} = 1,78\ min/und$$

Como resultados se obtuvo que, la línea debe trabajar en 4 estaciones de trabajo. Logrando de esta manera que las cargas de trabajo se den de forma equilibrada por cada operario.

Tabla 6. Tiempo balanceado

Estaciones	Actividad	Tiempo (min)
E1	Despiezado	0,20
	Pre Lavado	0,23
E2	Lavado por fuera	1,17
	Lavado por dentro	1,70
	Enjuague 1	0,29
E3	Armado	0,23
	Enjuague 2	0,52
	Inspección 1	0,09
	Desinfección	0,23
	Enjuague 3	0,22
E4	Llenado de envase	0,32
	Sellado 1	0,13
	Sellado 2	0,43
	Inspección 2	0,12
Total		5,87

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta la nueva eficiencia que se presenta a partir del balanceo de la línea.

Eficiencia

$$Eficiencia = \frac{5,87}{4 * 1,7} = 86,32\%$$

Planeación agregada

Se realizó un análisis de la demanda histórica recolectada que presentó la empresa entre los años 2015 y 2019 (Anexo 8), en base a eso se optó por determinar la proyección mediante el método de regresión lineal; a fin de conocer el comportamiento y posterior a ello elaborar una proyección para demandas futuras.

A pesar de mostrar una constante demanda anualmente, se pudo observar que por mes presentaba una variabilidad en la demanda, por lo que se optó por calcular el índice de estacionalidad (Anexo 7), una vez hallado se procedió a realizar la demanda proyectada en los próximos 5 años.

Posteriormente a la demanda pronosticada, se estableció el plan agregado de la producción; considerando que se trabaja en un turno de 8 horas y 20 días al mes, con un cuello de botella de 1,7 min equivalente a 0,03 horas.

Tabla 7. Cantidad de horas requeridas para producir la demanda

Mes	Demanda Proyectada	Horas totales	Horas/unid	Horas totales requeridas	Horas excedentes
Enero	4 016	160	0,03	112	25
Febrero	5 642	160	0,03	158	35
Marzo	4 901	160	0,03	137	31
Abril	4 609	160	0,03	129	29
Mayo	4 080	160	0,03	114	25
Junio	3 320	160	0,03	93	21
Julio	2 970	160	0,03	83	19
Agosto	2 512	160	0,03	70	16
Setiembre	2 218	160	0,03	62	14
Octubre	2 375	160	0,03	67	15
Noviembre	2 781	160	0,03	78	17
Diciembre	3 073	160	0,03	86	19
Total	42 499	1920		1 190	266

Fuente: Empresa embotelladora

De acuerdo con la proyección de la demanda que presentó de 42 499 bidones, se determinó que al año se requerirá de 1 190 horas, por otro lado, como se puede observar en la tabla 24, existen 266 horas excedentes; la cual representa 1,11 horas diarias en promedio anualmente; estas horas serán aprovechadas para una producción adicional, además que también facilitara el cumplimiento de las capacitaciones programadas.

Planificación de requerimiento de materiales

Posteriormente a la demanda pronosticada, se estableció el plan de ventas para los bidones de agua de mesa (Anexo 9) a fin de cumplir con la mayor cantidad de pedidos.

En la siguiente tabla se muestra el plan de producción de acuerdo con las ventas pronosticadas previamente.

Tabla 8. Plan de producción de bidones de agua de mesa

PLAN DE PRODUCCIÓN					
Periodo	Inventario Inicial	Producción	Inventario Total	Ventas	Inv. Final
1 mes	0	6 838	6 838	3 542	3 296
2 mes	3 296	3 542	6 838	3 542	3 296
3 mes	3 296	3 542	6 838	3 542	3 296
Total Primer Trimestre		13 921		10 625	
2do Trimestre	3 296	10 625	13 921	10 625	3 296
3er trimestre	3 296	10 625	13 921	10 625	3 296
4to trimestre	3 296	10 625	13 921	10 625	3 296
1 año		45 795		42 499	
2 año	3 296	44 207	47 503	44 207	3 296
3 año	3 296	45 916	49 212	45 916	3 296
4 año	3 296	47 625	50 921	47 625	3 296
5 año	3 296	49 334	52 630	49 334	3 296

Fuente: Elaboración propia

- **Materiales que conforman el bidón**

Se muestra los materiales que conforman el bidón de agua de mesa.

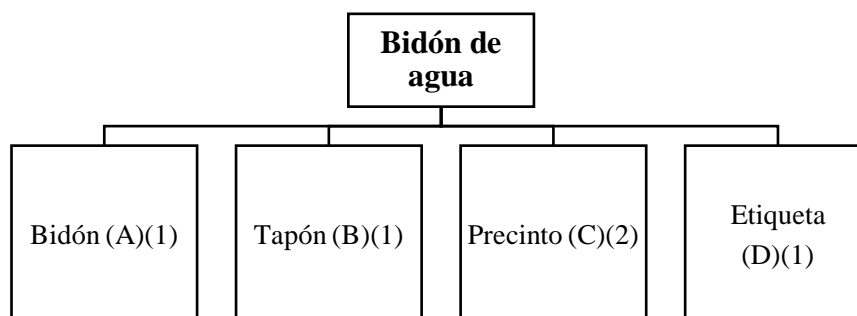


Figura 1. Diagrama de materiales

Fuente: Elaboración propia

- **Requerimiento de materiales**

Después de haber calculado el plan de producción, se determinó el requerimiento de materiales para el bidón de agua de mesa.

Tabla 9. Plan de requerimiento de materiales

REQUERIMIENTO DE MATERIALES												
	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5
	MES	MES	MES	Trim.	Trim.	Trim.	Trim.	año	año	año	año	año
	<u>MATERIALES DIRECTOS</u>											
Agua	136 751	70 832	70 832	278415	212 495	212495	212495	915900	884140	918320	952501	986677
	<u>MATERIALES INDIRECTOS</u>											
Bidón	6 838	3 542	3 542	13 921	10 625	10 625	10 625	45 795	44 207	45 916	47 625	49 334
Caño	6 838	3 542	3 542	13 921	10 625	10 625	10 625	45 795	44 207	45 916	47 625	49 334
Tapón	6 838	3 542	3 542	13 921	10 625	10 625	10 625	45 795	44 207	45 916	47 625	49 334
Precinto	13 675	7 083	7 083	27 841	2 1250	21 250	21 250	91 590	88 414	91 832	95 250	98 668
Etiqueta	6 838	3 542	3 542	13 921	10 625	10 625	10 625	45 795	44 207	45 916	47 625	49 334

Fuente: Elaboración propia

Capacitación

Se planteó programar eventualmente capacitaciones con respecto a las funciones que deben realizarse dentro de planta, a fin de que el personal desarrolle sus actividades de manera polivalente.

Estas sesiones pretenden ser desarrolladas cuatro veces al año (Anexo 10) y ante cualquier eventualidad que pueda surgir no se afecte las horas de producción, ya que el personal tendrá conocimiento de los procedimientos a realizar.

En una primera instancia se programó capacitaciones a fin de que los operarios realicen una correcta manipulación de la maquinaria, ya que esto es fundamental para el proceso productivo.

Tabla 10. Capacitaciones técnicas

Tema	Día	Hora	Responsable
Manejo de máquina de tratamiento			
Manipulación de máquina			
Verificación de ozono activado	Sábado	10:30 – 10:50	Supervisor de planta
Manejo de máquina de llenado			
Manipulación de máquina			
Calibración de vástago de llenado	Sábado	10:50 – 11:00	Supervisor de planta

Fuente: Elaboración propia

También se consideró importante que los operarios reciban capacitaciones sobre el correcto procedimiento de limpieza y tenga conocimientos básicos de mantenimiento ante cualquier evento fortuito que pueda surgir.

Tabla 11. Capacitaciones de mantenimiento preventivo

Tema	Día	Hora	Responsable
Limpieza			
Limpieza de maquinaria	Sábado	10:30 – 10:50	Supervisor de planta
Limpieza de equipos			
Mantenimiento			
Mantenimiento de motores eléctricos	Sábado	10:50 – 11:00	Jefe de mantenimiento
Inspección de tableros eléctricos			

Fuente: Elaboración propia

Nuevos Indicadores del Procesos

A fin de que la empresa logré disminuir sus ingresos no percibidos, se muestra los nuevos indicadores que se obtuvieron a partir de las propuestas presentadas.

Producción

A continuación, se muestra la producción que presentó la empresa con los tiempos del balance de línea.

$$Producción = \frac{480 \text{ min/día}}{1,7 \text{ min/unid}} = 282 \text{ unid/día}$$

Capacidad

En la siguiente tabla se muestra la capacidad diseñada, capacidad utilizada y la capacidad ociosa que presenta la empresa, en base a estos datos se determinó la utilización. (Anexo 10)

Eficiencia

$$Eficiencia = \frac{5,87}{4 * 1,7} = 86,32\%$$

Nivel de servicio

En base a la propuesta que se realizó se detalla a continuación los ingresos percibidos por bidón atendido.

De acuerdo con la proyección de la demanda que presentó la empresa y la producción, se calculó el nivel de servicio que tiene la empresa embotelladora de agua de mesa.

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{\text{Demanda atendida}}{\text{Demanda total}}$$

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{40\,438 \text{ bidones}}{42\,499 \text{ bidones}} * 100$$

$$\text{Nivel de servicio} = 95,15\%$$

Cuadro Comparativo de Indicadores

Tabla 12. Cuadro comparativo de indicadores

Indicadores	Actual	Propuesta
Producción	1 647 und/mes	3 370 und/mes
Cuello de botella	1,82 min/unid	1,7 min/und
Tiempo de proceso	7,62 min/unid	5,87 min/und
Eficiencia de línea	69,78%	86,32%
Capacidad utilizada	3 013 und/mes	5 053 und/mes
Capacidad diseñada	4 747 und/mes	5 082 und/mes
Capacidad ociosa	3 100 und/día	1 712 und/mes
Utilización	39,03%	74,60%
Nivel de servicio	46,51%	95,15%

Fuente: Elaboración propia

Se planteó implementar los siguientes formatos a fin de que se lleve un control del proceso productivo. (Anexo 1 – 12)

Análisis costo beneficio

A partir de la propuesta de mejora desarrollada en la empresa, se logró que la producción presente un incremento, conllevando a que se cumpla con los pedidos que presenta la empresa obteniendo así ingresos que anteriormente no se percibían. Se muestran los costos detallados en el Anexo 15.

- **Costo de materiales y mano de obra**

Tabla 13. Costo de materiales y mano de obra

ÍTEMS	1 AÑO	2 AÑO	3 AÑO	4 AÑO	5 AÑO
Materiales directo	S/.170 024,00	S/.176 829,68	S/.183 664,94	S/.190 500,19	S/.197 335,45
Materiales indirectos	S/.51 390,66	S/.53 447,72	S/.55 513,71	S/.57 579,70	S/.59 645,70
Mano de obra directa(operarios)	S/.44 640,00	S/.44 640,00	S/.44 640,00	S/.44 640,00	S/.44 640,00
Total de costos de producción	S/.266 054,66	S/.274 917,40	S/.283 818,65	S/.292 719,90	S/.301 621,14

Fuente: Elaboración propia

- **Inversión**

Propuesta de capacitaciones

En el anexo 13 se muestra los costos en los que se incurrirán por la capacitación al personal, a fin de que se presente una mejora de manera continua.

- **Beneficios**

Por otro lado, los beneficios se ven reflejados en el aumento de producción de bidones de agua de mesa. A continuación, se muestra el incremento de las ventas, teniendo en cuenta el antes y después de la mejora, así mismo de determinó los ingresos que la empresa percibirá de acuerdo con las unidades que representaron un incremento de la producción.

Tabla 14. Incremento de ventas

Situación	Venta de bidones (und)	Venta de bidones (S/)
Actual	19 769	S/ 167 154,74
Propuesta	40 438	S/ 341 936,24
Incremento	20 669	S/ 174 781,50

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se procedió a determinar el flujo de caja, mediante la cual se muestran los egresos e ingresos que presentara la empresa en base a las mejoras implementadas.

Tabla 15. Flujo de caja

AÑO	1	2	3	4	5
INGRESOS	S/.341 936,24	S/.373 791,28	S/.388 239,98	S/.402 688,67	S/.417 137,37
TOTAL DE INGRESOS	S/.341 936,24	S/.373 791,28	S/.388 239,98	S/.402 688,67	S/.417 137,37
EGRESOS					
Costos de producción	S/.266 054,66	S/.274 917,40	S/.283 818,65	S/.292 719,90	S/.301 621,14
Inversión	S/.2 040,00	S/.2 040,00			
TOTAL DE EGRESOS	S/.268 094,66	S/.276 957,40	S/.283 818,65	S/.292 719,90	S/.301 621,14
SALDO	S/.73 841,58	S/.96 833,88	S/.102 381,33	S/.107 928,78	S/.113 476,23
UTILIDAD ACUMULADA	S/.73 841,58	S/.170 675,45	S/.273 056,78	S/.380 985,55	S/.494 461,78

Fuente: Elaboración propia

Costo beneficio

De acuerdo con tabla previamente mostrada, se determinó el costo/beneficio que presentó la empresa.

Mediante la siguiente ecuación se obtuvo que por cada sol que la empresa invierta estaría obteniendo una ganancia de S/0,35; por lo que se podría decir que si resulta rentable la propuesta de mejora.

$$\text{Costo} - \text{Beneficio} = \frac{S/ 1 923 793,54}{S/ 1 429 331,76}$$

$$\text{Costo} - \text{Beneficio} = 1,35$$

Discusión de resultados

- Naufal y Azianti [5] quienes en su investigación logran disminuir el tiempo ciclo de 582,6s a 310,53s, obtuvieron una eficiencia de línea del 77%, en la presente investigación mediante el uso de técnicas como estandarización de tiempos se logró disminuir el tiempo de producción de 7,62 a 5,87 min, aumentando la eficiencia de línea a un 86,32%. De igual manera, Chandra y Widyana [6] en su propuesta de tiempos estandarizados para una línea de producción. lograron disminuir de 47 a 40 operarios en función a la nueva capacidad de planta determinada, mostrando un aumento de 69 493 und a 69 613, de igual manera en la presente investigación se realizó un balance de línea donde se determinaron el número de estaciones a fin de que las cargas de trabajo se dieran equilibradamente entre los operarios sin incurrir en horas extras, logrando tener una producción estimada de 3 370 und por mes.
- Herrera [7] en su investigación comenta que, el MRP es una técnica muy útil, puesto que permite controlar y adquirir los materiales en el momento y cantidades exactas, evitando faltantes, en esta investigación aplicaron un plan maestro de producción con el fin de suministrar adecuadamente los materiales y determinar las horas necesarias para la producción. Por otro lado, Borrero [9], en su investigación aplicada a la industria de bebidas detalla el procedimiento para la planificación de requerimiento de materiales, basándose en el pronóstico de la demanda, evitando que se originen paradas durante la producción por falta de material generando ingresos para la empresa. Adicional a ello, pudo determinar que la empresa contaba con la capacidad para cumplir con lo demandando. Del mismo modo en la presente investigación se realizó un plan maestro, donde se estimó que se tendría 1 hora excedente, en la cual podría aprovecharse en desarrollar capacitaciones, y para evitar los paros de producción se realizó un pronóstico de la demanda, tomando la data histórica logrando aumentar el nivel de servicio en un 95%, obteniendo ingresos de S/ 174 781,50 por pedido atendido.

V. Conclusiones

- La falta de planificación y control de la producción impacto en sus ingresos originando que la empresa embotelladora de agua de mesa no logrará percibir cerca de S/ S/270 395,66.
- Mediante las herramientas de ingeniería industrial se logró reducir los ingresos no percibidos en un 64.63%, que en términos monetarios representa un estimado de S/174 781,50.
- En el diagnostico se identificó que la empresa no logró satisfacer gran parte de la demanda que presentaba (46,51%) generando ingresos no percibidos, esto debido una baja productividad ya que el proceso no se encuentra estandarizado, por otro lado, el personal no se encontró correctamente capacitado para realizar sus labores de manera versátil mostrando una baja eficiencia de línea (69,78%), además, presentó un ineficiente abastecimiento de materiales originando paradas (16%).
- Con la propuesta de planificación y control de la producción se realizó un balance de línea donde la carga de trabajo se dio de manera equitativa entre los operarios logrando reducir el tiempo de producción y aumentar la eficiencia de línea (86,32%), posterior a ello se determinó la demanda que la empresa presentaría en los próximos 5 años, en base al nuevo tiempo y al comportamiento que presentaría la demanda se procedió a realizar el plan de requerimiento de materiales, estimando atender gran parte de la demanda que se presentó (95,15%), además se propuso un plan de capacitación para lograr la versatilidad de los operarios logrando aumentar su producción
- Del estudio económico se determinó que el costo beneficio sería de S/1,35, es decir que por cada sol que la empresa invierta en la propuesta de planificación y control de la producción obtiene S/0,35 de ganancia, siendo la propuesta planteada rentable para la empresa.

VI. Recomendaciones

- Se recomienda realizar un análisis de la inversión que tomaría añadir una línea en el área de envasado, ya que el mercado de agua embotellada se encuentra en constante crecimiento.
- Para próximas investigaciones se sugiere aplicar una evaluación de proveedores para determinar si logran atender los requerimientos en el tiempo establecido, además de determinar si los materiales llegan en óptimas condiciones.
- Se sugiere implementar herramientas de manufactura esbelta de manera que mediante esta técnica se pueda llevar un mejor control de almacén, complementando una mejora continua para la empresa.

VII. Referencias

- [1] «Sanos en casa: Alimentación saludable,» Organización Mundial de la Salud, 2020. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3vdKVhe>. [Último acceso: Abr 2021].
- [2] «El mundo ahora consume 391 mil millones de litros en agua embotellada,» Oct 2017. [En línea]. Available: <https://codigo.pe/el-consumo-de-agua-embotellada-alcanzara-391-mil-millones-de-litros-en-el-mundo/>. [Último acceso: Nov 2021].
- [3] L. Lazzaroni, «Mayor consumo de agua embotellada reduce liderazgo de las gaseosas, reportó Kantar,» Abr 2018. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3KHZYcA>. [Último acceso: Abr 2021].
- [4] «Apuntalando a las mypes,» El Peruano, Abr 2020. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3tPozSV>. [Último acceso: Abr 2021].
- [5] N. Arbaai, «Improvement of overall efficiency of production line by using line balancing,» *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 11, n° 12, 2016.
- [6] C. C. y. G. Agus, «Standarisasi Lintasan Kerja Penjahitan Sepatu pada PT XYZ,» *Jurnal Titra*, vol. 5, n° 2, pp. 393 - 400, 2017.
- [7] H. G., «Implantación del sistema de planeación de los requerimientos de materiales (mrp) en el suministro del material de empaque en una industria embotelladora,» *Ciencia, Ingeniería y Desarrollo Tec Lerdo*, vol. 1, n° 2, 2017.
- [8] G. P. O. Richard Javier Vélez Rojas, «Propuesta metodológica para la gestión de inventarios en una empresa de bebidas caso de estudio: Abastecimiento de azúcar,» *SABER, CIENCIA Y Libertad*, vol. 8, n° 2.
- [9] B. I., «Procedimiento de organización de la producción para una empresa de bebidas y refrescos,» *DYNA*, vol. 81, n° 184, pp. 171-177, 2018.
- [10] D. G. R. Carro, Sistema de producción y operaciones, Argentina: Universidad nacional de mar del plata, 2012.
- [11] Alissio, Adinsitración y dirección de la producción - Enfoque estratégico y de calidad, Colombia: Pearson, 2004.
- [12] B. R. J. Heizer, Dirección de la producción y de operaciones: decisiones estratégicas, Pearson Educacion, 2007.
- [13] R. R. Carlos, Diseño y control de la producción, Trujillo: Libertad, 1996.

- [14] S. Chapman, Planificación y control de la producción, México: Pearson, 2006.
- [15] A. F. Gutierrez, Gestión de stocks en logística de almacén, Madrid: Fc Editorial, 2007.
- [16] R. Garcia, Balanceo de líneas de producción, México: McGraw Hill, 2017.
- [17] Niebel, Ingeniería Industrial métodos estándares y diseño del trabajo, México: Mc Graw Hill, 2009.
- [18] M. y. S. Lowry, «Time and motion study and formular for wages incentives,» Mc Graw-Hill Book Company, Ink, 1940. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3KH5cFx>. [Último acceso: Abr 2022].
- [19] N. y. R. Peña, «Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento,» *Scientia et Technica*, vol. 21, n° 3, pp. 239-247, 2016.
- [20] Kanawaty, Introducción al estudio de trabajo, Ginebra: Organización Internacional del trabajo , 1996.
- [21] C. E. C. P. G. B. Bustos Flores, «El MRP En la gestión de inventarios,» *Visión Gerencial*, pp. 5 - 17, 2017.
- [22] G. E. Company, Light Measurement and Control, Cleveland, 1965.
- [23] M. N. D. Peña, «Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas del trabajo en una bodega de almacenamiento,» *Scientia Technica*, vol. 21, n° 3, pp. 239 - 247, 2016.
- [24] C. V. Holguin, Fundamentos de control y gestión de inventarios, Santiago de Cali : Programa Editorial Universal del Valle, 2010.
- [25] D. G. R. Carro, Diseño y selección de procesos, Argentina: Facultad de ciencias económicas y sociales, 2012.
- [26] I. G. y. J. Muñoz, «Herramientas Lean: Shojinka o oplivalencia del personal,» *Dialnet*, vol. 22, pp. 44-50, 2010.
- [27] A. A. Juan, «Efecto de la aplicación de un modelo de gestión de inventarios para mejorar el nivel de servicio al cliente de una distribuidora de agua, 2019,» 2019. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3KIQWMa>. [Último acceso: Sep 2021].
- [28] L. Palacios, Ingeniería de métodos, estudio de movimientos y tiempos, Ecoe ediciones, 2016.

Anexos

Anexo 1. Tiempo promedio para la producción de un bidón de agua de 20 l

Actividad	Proceso productivo/Observaciones										Tiempo promedio (min)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Recepción y verificación	22	25	23	24	27	26	28	25	27	23	0,42
Despiezado	8	13	13	15	13	14	13	15	13	14	0,22
Pre Lavado	12	14	15	14	16	17	14	15	15	16	0,25
Transporte área lavado	15	15	17	18	19	17	16	15	17	19	0,28
Lavado por fuera	70	71	79	76	78	70	79	78	79	75	1,26
Lavado por dentro	108	107	109	108	109	110	112	111	108	110	1,82
Enjuague 1	18	19	17	16	22	15	24	18	19	21	0,32
Armado	16	12	15	14	16	12	15	17	13	16	0,24
Enjuague 2	45	35	38	36	30	28	29	32	30	29	0,55
Transporte área envasado	13	15	14	16	14	13	12	15	13	14	0,23
Inspección 1	5	6	5	7	6	7	5	6	5	6	0,10
Desinfección	16	14	15	14	13	13	14	16	15	17	0,25
Enjuague 3	13	14	15	14	16	13	14	13	13	15	0,23
Llenado de envase	20	19	22	20	23	20	19	21	20	22	0,34
Transporte a base	7	8	7	8	8	9	10	7	9	8	0,14
Sellado 1	9	7	8	10	8	10	7	8	8	6	0,14
Sellado 2	27	24	30	25	27	32	29	26	31	24	0,46
Inspección 2	7	8	7	9	8	8	7	7	8	8	0,13
Transporte PT	17	15	15	16	16	15	15	16	15	16	0,26
Total											7,62

Fuente: Elaboración propia en base a General Electric Company [16]

Anexo 2. Información básica de la mano de obra

Características	Puntaje
Falta total de formación y cualificación	0
Formación básica	1
Formación avanzada	2
Formación avanzada y cualificado	3
Cualificado y experto	4
Experto y capaz de enseñar a otros	5

Anexo 3. Matriz de polivalencia

Operario	Operaciones (n)												Punto total	Punto medio	N.º procesos al que está calificado	% procesos calificados
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Operario 1	3	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0,66	1	8
Operario 2	2	2	3	2	3	3	3	0	0	0	2	2	22	1,83	2	17
Operario 3	2	2	1	3	3	3	1	1	1	1	2	2	22	1,83	2	17
Operario 4	2	2	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	34	2,83	2	17
Operario 5	2	2	2	4	4	4	4	5	5	5	5	5	47	3,92	3	25
Total puntos	11	11	11	14	14	14	12	8	8	8	11	11	133	11,08		
Puntos medio	2,2	2,2	2,2	2,8	2,8	2,8	2,4	1,6	1,6	1,6	2,2	2,2				
N.º oper calificado	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2				

Fuente: Elaboración propia en base a Gonzales y Muñoz [28]

Anexo 4. Factor de calificación

Factores	Valor	Referencia
Habilidad	-0,06	Buena
Esfuerzo	-0,04	Deficiente
Condiciones	-0,03	Aceptables
Consistencia	-0,04	Deficiente
Factor de calificación	0,83	

Fuente: Elaboración propia en base a Lowry, Maynar y Stegemerten [18]

Anexo 5. Tiempo estándar del proceso productivo

N°	Actividad	Tiempo promedio (min)	Factor de calificación	Tiempo normal (min)	Factor de calificación						Tiempo estándar (min)
					NP	F	TP	PA	UF	MF	
1	Recepción	0,42	0,83	0,35	5	4	2	0	0	0	0,39
2	Despiezado	0,22	0,83	0,18	5	4	2	0	0	0	0,20
3	Pre Lavado	0,25	0,83	0,20	5	4	2	0	0	0	0,23
4	Transporte área lavado	0,28	0,83	0,23	5	4	2	0	0	0	0,26
5	Lavado por fuera	1,26	0,83	1,04	5	4	2	0	0	0	1,17
6	Lavado por dentro	1,82	0,83	1,51	5	4	2	0	0	0	1,70
7	Enjuague 1	0,32	0,83	0,26	5	4	2	0	0	0	0,29
8	Armado	0,24	0,83	0,20	5	4	2	0	0	0	0,23
9	Enjuague 2	0,55	0,83	0,46	5	4	2	0	0	0	0,52
10	Transporte área envasado	0,23	0,83	0,19	5	4	2	0	0	0	0,22
11	Inspección 1	0,10	0,83	0,08	5	4	2	1	0	0	0,09
12	Desinfección	0,25	0,83	0,20	5	4	2	0	0	0	0,23
13	Enjuague 3	0,23	0,83	0,19	5	4	2	0	0	0	0,22
14	Llenado de envase	0,34	0,83	0,28	5	4	2	0	0	0	0,32
15	Transporte a base	0,14	0,83	0,11	5	4	2	2	1	5	0,14
16	Sellado 1	0,14	0,83	0,11	5	4	2	0	0	0	0,13
17	Sellado 2	0,46	0,83	0,38	5	4	2	0	0	0	0,43
18	Inspección 2	0,13	0,83	0,11	5	4	2	0	0	0	0,12
19	Transporte PT	0,26	0,83	0,22	5	4	2	2	1	0	0,25
Total											7,13

Fuente: Elaboración propia en base a Organización Internacional del trabajo [20]

Anexo 6. Índice de estacionalidad

Mes	Demanda de ventas					Demanda media	Demanda mensual media	Índice de estacionalidad
	2015	2016	2017	2018	2019	2015-2019		
Enero	3 679	3 998	3 827	3 849	3 212	3 713	2 857	0,77
Febrero	4 013	3 768	4 601	4 187	4 530	4 220	2 857	0,68
Marzo	3 327	3 171	4 039	4 468	4 760	3 953	2 857	0,72
Abril	2 911	3 672	3 683	2 900	3 769	3 387	2 857	0,84
Mayo	2 192	3 758	3 796	2 346	3 284	3 075	2 857	0,93
Junio	1 310	2 573	2 384	2 299	2 775	2 268	2 857	1,26
Julio	1 254	1 478	1 489	1 393	2 486	1 620	2 857	1,76
Agosto	1 690	1 484	1 392	1 785	3 006	1 871	2 857	1,53
Setiembre	1 756	1 422	1 433	1 893	3 479	1 997	2 857	1,43
Octubre	2 108	1 917	1 789	2 144	3 358	2 263	2 857	1,26
Noviembre	2 604	2 455	2 330	2 593	3 970	2 790	2 857	1,02
Diciembre	3 581	2 315	2 175	3 701	3 877	3 130	2 857	0,91
Total	30 425	32 011	32 938	33 558	42 506	34 288		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Ajustes mínimos cuadrados

Año	Mes	X (periodo)	Y (und)	I	XY	X²	Y²
1	Enero	1	3 679	0,77	3 679	1	13535041
	Febrero	2	4 013	0,68	8 026	4	16104169
	Marzo	3	3 327	0,72	9 981	9	11068929
	Abril	4	2 911	0,84	11 644	16	8473921
	Mayo	5	2 192	0,93	10 960	25	4804864
	Junio	6	1 310	1,26	7 860	36	1716100
	Julio	7	1 254	1,76	8 778	49	1572516
	Agosto	8	1 690	1,53	13 520	64	2856100
	Setiembre	9	1 756	1,43	15 804	81	3083536
	Octubre	10	2 108	1,26	21 080	100	4443664
	Noviembre	11	2 604	1,02	28 644	121	6780816
	Diciembre	12	3 581	0,91	42 972	144	12823561
2	Enero	13	3 998	0,77	51 974	169	15984004
	Febrero	14	3 768	0,68	52 752	196	14197824
	Marzo	15	3 171	0,72	47 565	225	10055241
	Abril	16	3 672	0,84	58 752	256	13483584
	Mayo	17	3 758	0,93	63 886	289	14122564
	Junio	18	2 573	1,26	46 314	324	6620329
	Julio	19	1 478	1,76	28 082	361	2184484
	Agosto	20	1 484	1,53	29 680	400	2202256
	Setiembre	21	1 422	1,43	29 862	441	2022084
	Octubre	22	1 917	1,26	42 174	484	3674889
	Noviembre	23	2 455	1,02	56 465	529	6027025
	Diciembre	24	2 315	0,91	55 560	576	5359225
3	Enero	25	3 849	0,77	96 225	625	14814801
	Febrero	26	4 187	0,68	108 862	676	17530969
	Marzo	27	4 468	0,72	120 636	729	19963024
	Abril	28	2 900	0,84	81 200	784	8410000
	Mayo	29	2 346	0,93	68 034	841	5503716
	Junio	30	2 299	1,26	68 970	900	5285401
	Julio	31	1 393	1,76	43 183	961	1940449
	Agosto	32	1 785	1,53	57 120	1 024	3186225
	Setiembre	33	1 893	1,43	62 469	1 089	3583449
	Octubre	34	2 144	1,26	72 896	1 156	4596736
	Noviembre	35	2 593	1,02	90 755	1 225	6723649
	Diciembre	36	3 701	0,91	133 236	1 296	13697401

4	Enero	37	3 827	0,77	141 599	1 369	14645929
	Febrero	38	4 601	0,68	174 838	1 444	21169201
	Marzo	39	4 039	0,72	157 521	1 521	16313521
	Abril	40	3 683	0,84	147 320	1 600	13564489
	Mayo	41	3 796	0,93	155 636	1 681	14409616
	Junio	42	2 384	1,26	100 128	1 764	5683456
	Julio	43	1 489	1,76	64 027	1 849	2217121
	Agosto	44	1 392	1,53	61 248	1 936	1937664
	Setiembre	45	1 433	1,43	64 485	2 025	2053489
	Octubre	46	1 789	1,26	82 294	2 116	3200521
	Noviembre	47	2 330	1,02	109 510	2 209	5428900
	Diciembre	48	2 175	0,91	104 400	2 304	4730625
5	Enero	49	3 212	0,77	157 388	2 401	10316944
	Febrero	50	4 530	0,68	226 500	2 500	20520900
	Marzo	51	4 760	0,72	242 760	2 601	22657600
	Abril	52	3 769	0,84	195 988	2 704	14205361
	Mayo	53	3 284	0,93	174 052	2 809	10784656
	Junio	54	2 775	1,26	149 850	2 916	7700625
	Julio	55	2 486	1,76	136 730	3 025	6180196
	Agosto	56	3 006	1,53	168 336	3 136	9036036
	Setiembre	57	3 479	1,43	198 303	3 249	12103441
	Octubre	58	3 358	1,26	194 764	3 364	11276164
	Noviembre	59	3 970	1,02	234 230	3 481	15760900
	Diciembre	60	3 877	0,91	232 620	3 600	15031129
Total		1 830	17 1438	66	5 424 127	73 810	549361030

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Demanda histórica de bidones de agua de mesa

Año	Demanda (und/año)
2015	30 425
2016	32 011
2017	32 938
2018	33 558
2019	42 506

Fuente: Empresa embotelladora

Anexo 9. Plan de ventas de bidones de agua de mesa

Mes	Botella/mes
Enero	4 016
Febrero	5 642
Marzo	4 901
Abril	4 609
Mayo	4 080
Junio	3 320
Julio	2 970
Agosto	2 512
Setiembre	2 218
Octubre	2 375
Noviembre	2 781
Diciembre	3 073
Total	42 499

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10. Cronograma de capacitaciones

ACTIVIDADES	MESES											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Manejo de máquina de tratamiento												
Manipulación de máquina												
Verificación de ozono												
Manejo de máquina de llenado												
Manipulación de máquina												
Manipulación de vástago de llenado												
Limpieza												
Limpieza de maquinaria												
Limpieza de equipos												
Mantenimiento												
Mantenimiento de motores eléctricos												
Inspección de tableros eléctricos												

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11. Nueva capacidad de planta

Producto	Capacidad utilizada	Capacidad real	Capacidad diseñada	Capacidad ociosa	Utilización
1 bidón de agua 20 l	5 053 unid/mes	3 370 und/mes	5 082 unid/mes	1 712 unid/turno	74,60%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12. Costo de mano de obra

Operarios	Actual	Propuesta	Ahorro mensual
4	S/ 7 504,25	S/ 4 850,00	S/ 2,654 25

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Índice de consumo por unidad

Materiales	Unidad compra	Índice de consumo	Valor por unidad de compra	Monto por unidad
<u>MATERIALES DIRECTOS</u>				
Agua	1	20	S/ 2,32	S/ 2,32
<u>MATERIALES INDIRECTOS</u>				
Bidón	Unidad	1	S/ 1,00	S/ 1,00
Caño	Unidad	1	S/ 3,00	S/ 3,00
Tapón	Unidad	1	S/ 0,15	S/ 0,15
Precinto	Unidad	2	S/ 0,07	S/ 0,13
Etiqueta	Unidad	1	S/ 0,93	S/ 0,93
Total				S/ 5,21

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Inversión de la propuesta de capacitaciones

Descripción	Horas	Costo
Manipulación de maquinaria	8	S/800,00
Limpieza de maquinaria y equipos	4	S/200,00
Mantenimiento de motores eléctricos	8	S/640,00
Inspección de tableros eléctricos	4	S/400,00
Total		S/2 040,00

Fuente: Elaboración propi

Anexo 15. Costos materiales

PRESUPUESTO DE MATERIALES (en soles)												
	1 MES	2 MES	3 MES	1 Trim.	2 Trim.	3 Trim.	4 Trim.	1 año	2 año	3 año	4 año	5 año
<u>MATERIALES DIRECTOS</u>												
Agua	S/.317,26	S/.164,32	S/.164,32	S/.645,92	S/.492,98	S/.492,98	S/.492,98	S/.2 124,88	S/.2 051,20	S/.2 130,50	S/.2 209,80	S/.2 289,09
<u>MATERIALES INDIRECTOS</u>												
Bidón	S/.6,83	S/.3,542	S/.3,542	S/.13,921	S/.10,625	S/.10,625	S/.10,625	S/.45,795	S/.44,207	S/.45,916	S/.47,625	S/.49,334
Caño	S/.20,51	S/.10,62	S/.10,62	S/.41,76	S/.31,87	S/.31,87	S/.31,87	S/.137,38	S/.132,62	S/.137,74	S/.142,87	S/.148,00
Tapón	S/.1 029	S/.533	S/.533	S/.2 094	S/.1 598	S/.1 598	S/.1 598	S/.6 890	S/.6 651	S/.6 908	S/.7 165	S/.7 422
Precinto	S/.889	S/.460	S/.460	S/.1 810	S/.1 381	S/.1 381	S/.1 381	S/.5 953	S/.5 747	S/.5 969	S/.6 191	S/.6 413
Etiqueta	S/.6 349	S/.3 289	S/.3 289	S/.12 926	S/.9 866	S/.9 866	S/.9 866	S/.42 524	S/.41 049	S/.42 636	S/.44 223	S/.45 810
TOTAL	S/.352,88	S/.182,77	S/.182,77	S/.718,43	S/.548,33	S/.548,33	S/.548,33	S/.2 363,43	S/.2 281,48	S/.2 369,68	S/.2 457,88	S/.2 546,07

Fuente: Elaboración propia