

USS



**UNIVERSIDAD
SEÑOR DE SIPÁN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

TESIS

**DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORA BASADO EN LA
TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA AUMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA
EMBOTELLADORA WARAS S.A.C. CHICLAYO – 2016**

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

AUTORES

Bach. Diaz Cubas Carlos Jhordan

Bach. Santa Cruz Pérez César Manuel

ASESOR

Mg. Vizconde Meléndez Pedro M.

Pimentel – Perú

2017

**DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORA BASADO EN LA
TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA AUMENTAR
LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE
PRODUCCIÓN DE LA EMBOTELLADORA WARA
S.A.C. CHICLAYO – 2016**

Aprobación del informe de investigación

Mg. Vargas Sagástegui Joel David
Presidente del jurado de tesis

Mg. Arrascue Becerra Manuel Alberto
Secretario del jurado de tesis

Mg. Vizconde Meléndez Pedro M.
Vocal del jurado de tesis

DEDICATORIA

A Dios

Por guiarnos y darnos fuerzas para superar las adversidades para llegar a este momento especial en nuestra vida.

A nuestros padres

Por su apoyo, comprensión, amor, consejos y por brindarnos los recursos necesarios para estudiar la carrera de Ingeniería Industrial. Todo lo que nos han dado para ser mejores personas y conseguir nuestros objetivos.

A todas aquellas personas que nos motivaron a ser mejor cada día y que estuvieron apoyándonos en cada momento.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad

Por habernos regalado un segundo hogar, a todos los Docentes de la facultad de Ingeniería industrial que cumplieron su labor de guiarnos en la vida universitaria y por comprometerse con nuestro desarrollo personal y profesional.

A la Empresa

Un agradecimiento a todos los colaboradores de la Embotelladora Wara S.A.C. por la facilidad de permitirnos el acceso a sus instalaciones y brindarnos la información para realizar nuestra investigación de tesis.

ÍNDICE

Aprobación del Informe de investigación	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
Introducción.....	13
Capítulo I: Problema de Investigación	15
1.1. Situación problemática	16
1.2. Formulación del problema	21
1.3. Delimitación de la Investigación	21
1.4. Justificación e importancia de la investigación	21
1.5. Limitaciones de la investigación	22
1.6. Objetivos de la investigación	22
Capítulo II: Marco teórico	24
2.1. Antecedentes de estudios:	25
2.2. Base teórica científicas	29
2.2.1. Productividad:	29
2.2.2. Clasificación de la productividad	31
2.2.3. Técnicas para el mejoramiento de la productividad.....	33
2.2.4. Producción	35
2.2.5. Balance de Líneas	39
2.2.6. Teoría de restricciones (TOC)	44
2.2.7. Mejora continua.....	51
2.3. Definición de los términos básicos.	56
Capítulo III: Marco Metodológico	57
3.1. Tipo y diseño de investigación	58
3.1.1. Tipo de investigación.....	58
3.1.2. Diseño de investigación	58
3.2. Población y muestra.....	58
3.2.1. Población	58
3.2.2. Muestra	58
3.3. Hipótesis.	58
3.4. Variables.....	59
3.5. Operacionalización.....	60
3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	61
3.6.1. Métodos de recolección de datos.....	61

3.6.2.	Técnicas de recolección de datos.	61
3.6.3.	Instrumentos de recolección de datos.	62
3.7.	Procedimiento para la recolección de datos.	62
3.8.	Análisis estadístico e interpretación de los datos.	64
3.9.	Principios éticos.	64
3.10.	Criterios de rigor científico.	64
Capítulo IV:	Análisis e Interpretación de los Resultados.....	65
4.1.	Análisis de la Situación Actual.....	66
4.1.1.	La empresa.	66
4.1.2.	Proceso de Producción.	70
4.1.3.	Sistema de Producción.	70
4.1.4.	Análisis para el proceso de Producción.....	71
4.2.	Resultados en tablas y gráficos.....	77
4.2.1.	Productividad actual.....	77
4.3.	Teoría de Restricciones (TOC).....	87
4.3.1.	Identificar:	87
4.3.2.	Explotar.....	88
4.3.3.	Subordinar	91
4.3.4.	Elevar.....	92
4.4.	Discusión de resultados	105
Capítulo V:	Propuesta de Investigación.....	115
5.1.	Identificación del área a mejorar.....	116
5.2.	Objetivo de la propuesta.	116
5.3.	Fundamentación de la propuesta de mejora.	116
5.4.	Propuestas de Mejora.	116
5.5.	Análisis Beneficio/costo de la Propuesta.....	120
Capítulo VI:	Conclusiones y Recomendaciones	125
6.1.	Conclusiones.	126
6.2.	Recomendaciones	127
Referencias bibliográficas	128
Anexos	132

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Línea serial con estaciones simples.	41
Figura 2. Línea con estaciones paralelas.	42
Figura 3. Líneas paralelas.	42
Figura 4. Línea circular o cerrada.	43
Figura 5. Proceso para la implementación de la toc.	48
Figura 6. Sistema dbr.	50
Figura 7. Diagrama de ishikawa o diagrama causa – efecto.	55
Figura 8. Diagrama de pareto o también llamado diagrama 80 - 20.	56
Figura 9: Marmitas	67
Figura 10: Máquina llenadora e intercambiador de calor.	68
Figura 11: Estación de tapado.	68
Figura 12: Empacado de botellas.	69
Figura 13: Horno termocontraible.	69
Figura 14. Diagrama de operaciones de proceso (DOP).	71
Figura 15: Comportamiento de la demanda mensual por producto.	78
Figura 16: Comportamiento de la demanda mensual para bum (270 ml)	95
Figura 17: Comportamiento de la demanda mensual para bum (450 ml)	96
Figura 18: Comportamiento de la demanda mensual para bum (550 ml).	96
Figura 19: Comportamiento de la demanda mensual para Jugosos (320 ml).	97
Figura 20: Comportamiento de la demanda mensual para bambino (500 ml).	97
Figura 21. Identificación de la restricción del sistema.	110
Figura 22. Nueva restricción luego de haberse explotado la restricción inicial.	111
Figura 23. Máquina tapadora-selladora.	120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resumen del diagrama de operaciones de proceso	71
Tabla 2: Diagrama de análisis de procesos (DAP) del producto bum de 270 ml.....	72
Tabla 3: Diagrama de análisis de procesos (DAP) del producto bum de 450 ml.....	73
Tabla 4: Diagrama de análisis de procesos (DAP) del producto triful de 550 ml.....	74
Tabla 5: Diagrama de análisis de procesos (DAP) del producto jugosos de 320 ml.	75
Tabla 6: Diagrama de análisis de procesos (DAP) del producto bambino de 500 ml.	76
Tabla 7: Producción mensual actual en packs.....	77
Tabla 8: Demanda mensual expresada en packs.....	77
Tabla 9: Número de packs incumplidos al mes.....	78
Tabla 10: Producción mensual actual en lotes	79
Tabla 11: Número promedio de packs producidos por lote de producción para cada producto.....	79
Tabla 12: Cantidad de packs producidos por cada operario al mes.....	80
Tabla 13: horas-hombre utilizadas en un mes.	80
Tabla 14: Asignación de h-h utilizadas al mes según la participación de cada producto en la producción mensual.	80
Tabla 15: Cantidad de packs que se producen por cada hora-hombre empleada en la producción.....	81
Tabla 16: Cantidad de packs que se fabrican por cada sol que se invierte en mano de obra.....	81
Tabla 17: Cantidad de materia prima más insumos que se utiliza para la producción mensual según cada producto.....	82
Tabla 18: Cantidad de packs obtenidos por cada litro de materia prima más insumos.	82
Tabla 19: Número de packs producidos por cada sol de inversión en materia prima más insumos utilizados según cada producto	83
Tabla 20: Cantidad de mermas que se generan mensualmente según los productos que se producen	83
Tabla 21: Pérdidas económicas mensuales que generan las mermas	84
Tabla 22: Número de botellas por minuto producidas por cada máquina.	84
Tabla 23: Cantidad de packs producidos por cada hora - máquina según el producto.	85
Tabla 24: Costos indirectos de fabricación mensuales	85
Tabla 25: Costos indirectos de fabricación por cada pack que se fabrica según el producto.	86
Tabla 26: Tiempo de fabricación de un pack expresado en minutos	87

Tabla 27: Datos para hallar los indicadores de la línea de producción	87
Tabla 28: Indicadores de la línea de producción según el producto	88
Tabla 29: capacidad de producción actual de cada estación de trabajo en botellas por minuto	88
Tabla 30: Comparación de la estación de tapado en botellas por minuto antes y después de ser explotada.....	89
Tabla 31: Tiempo de fabricación de un pack luego de haber explotado la restricción.....	89
Tabla 32: Datos para hallar indicadores de la línea de producción después de haber explotado la restricción.....	90
Tabla 33: Indicadores de la línea de producción después de haber explotado la restricción	90
Tabla 34: Capacidad de producción de cada estación de trabajo después de haber explotado la restricción.....	91
Tabla 35: Se subordina la restricción al ritmo del cuello de botella	91
Tabla 36: Variación que existe en las estaciones que no son restricción al subordinar que trabajen al ritmo del cuello de botella	92
Tabla 37: Número promedio de packs por lote que se podría producir al elevar la restricción.....	93
Tabla 38: Aumento de producción de lotes por mes al aplicar la mejora propuesta.....	93
Tabla 39: Producción mensual en packs por mes que se produciría aplicando la propuesta para elevar la restricción.....	94
Tabla 40: N° de packs incumplidos al mes de acuerdo a la nueva producción	94
Tabla 41: Comportamiento de la demanda mensual de acuerdo con cada producto expresada en packs/mes.....	95
Tabla 42: Cantidad de packs por operario que se podría llegar a producir aplicando la propuesta	98
Tabla 43: horas-hombre que se utilizarían al implementar la propuesta	98
Tabla 44: horas -hombre que se asigna a cada producto al implementar la propuesta ...	99
Tabla 45: Packs por cada hora-hombre utilizada luego de implementar la propuesta para elevar la restricción	99
Tabla 46: Cantidad de packs que se fabrican por cada sol que se invierte en mano de obra al tomar en cuenta la propuesta	100
Tabla 47: Cantidad de materia prima más insumos que se utiliza para la producción mensual según cada producto.....	100
Tabla 48: Cantidad de packs obtenidos por cada litro de materia prima más insumos. .	101

Tabla 49: Número de packs producidos por cada sol de inversión en materia prima más insumos utilizados según cada producto, si se toma en cuenta la propuesta de mejora	101
Tabla 50: Cantidad de mermas que se generan mensualmente según los productos que se producen, y lo que disminuiría al aplicar la mejora	102
Tabla 51: Pérdidas económicas mensuales que generan las mermas luego de aplicar la propuesta de mejora	102
Tabla 52: Número de botellas por minuto producidas por cada máquina (propuesta) ...	103
Tabla 53: Cantidad de packs producidos por cada hora - máquina según el producto (propuesta).....	103
Tabla 54: Costos indirectos de fabricación mensual.....	104
Tabla 55: Costos indirectos de fabricación por cada pack que se fabrica de acuerdo a la propuesta de mejora, según el producto.	104
Tabla 56: Aumento de la producción después de elevar el cuello de botella	118
Tabla 57: Aumento de la producción en packs mensuales después de elevar la restricción	118
Tabla 58: Variación de packs incumplidos.....	119
Tabla 59: Costos de inversión para implementar la propuesta.....	120
Tabla 60: Incremento de ventas generado por la aplicación de la propuesta.....	121
Tabla 61: Resumen de los ingresos que se obtienen de la aplicación de la propuesta..	122
Tabla 62: Tiempo en que se recupera la inversión de la propuesta.....	122

RESUMEN

La Embotelladora Wara S.A.C., empresa en la cual se desarrolló la tesis, se dedica a la producción de bebidas embotelladas de la categoría citrus punch (Bum, Trifrut, Bambino) y Néctar de Durazno (Jugosos).

El objetivo principal de la tesis es hacer el diseño un plan de mejora basado en la Teoría de Restricciones, y se busca lograr el aumento de la productividad en el área de producción mediante las propuestas de mejora, las cuales se plantea que sean implementadas en el futuro.

Para alcanzar el objetivo descrito anteriormente, esta tesis se ha basado en la filosofía de la Teoría de Restricciones (TOC), teniendo en cuenta sus procedimientos se realizó la recolección de información mediante las técnicas de análisis de documentos, observación directa e instrumentos como, guía de análisis de documentos, guía de observación y cámara de fotos y de video.

Mediante el análisis de la propuesta los indicadores de productividad global incrementan de 0.2096 botellas/sol a 0.2211 botellas/sol, teniendo una variación porcentual de 5.49%.

Una de las recomendaciones que se le hace a la empresa es aplicar constantemente la Teoría de restricciones en el área de producción, así como también en las distintas áreas de la empresa de tal manera que se logre identificar nuevas restricciones que limitan lograr la rentabilidad esperada por la empresa.

Palabras clave:

Capacidad, Estación de Trabajo, Línea de Producción, Producción, Productividad, Restricción.

ABSTRACT

Bottling Wara S.A.C., company which developed the thesis, dedicated to the production of bottled drinks of the citrus category punch (Bum, Trifrut, Bambino) and peach nectar (Jugosos).

The main objective of the thesis is to design an improvement plan based on the theory of constraints, and seeks is to achieve increased productivity in the area of production by the proposed improvements, which is proposed to be implemented in the future.

To achieve the objective described above, this thesis is based on the philosophy of the theory of constraints (TOC), taking into account its procedures was conducted data collection using the techniques of document analysis, observation direct e instruments such as document analysis, observation guide and camera photos and video.

Through the analysis of the proposed indicators of overall productivity increase of 0.2096 bottles/Sun to 0.2211 bottles/Sun, taking a percentage variation of 5.49%.

One of the recommendations to the company is to consistently apply the theory of constraints in the area of production, as well as different areas of the company in such a way that is achieved to identify new restrictions that limit to achieve the profitability expected by the company.

Key Words:

Capacity, workstation, production line, production, productivity, restriction.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen diversas metodologías que se han enfocado en mejorar el sistema productivo, dentro de ello se encuentra la Teoría de Restricciones. El Dr. Eliyahu Goldratt, creador de la TOC, desde 1975 ha trabajado continuamente en las reglas, conceptos y herramientas para lograr proceso de mejora continua. La TOC es una filosofía administrativa integral que utiliza métodos para gestionar los sistemas productivos de la organización.

El presente estudio tiene como finalidad proponer una mejora de la productividad en el área de producción de la Embotelladora Wara S.A.C. basado en la teoría de restricciones. Actualmente la empresa presenta problemas en el área de producción como son mermas de materia prima e incumplimiento de pedidos. El problema está formulado de la siguiente manera ¿Si se aplica la filosofía de Teoría de Restricciones aumentaría la Productividad en el Área de Producción de la Embotelladora WARA S.A.C. Chiclayo?

Se tiene como objetivo general, Diseñar un plan de mejora basado en la Teoría de Restricciones, para aumentar la productividad en el área de producción de la Embotelladora WARA S.A.C.; por otro lado, como hipótesis: El diseño de un plan de mejora, basado en la Teoría de Restricciones, contribuirá a incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Wara S.A.C.

El trabajo de investigación está estructurado en seis capítulos, los cuales se describen a continuación:

En el capítulo I, muestra el problema de investigación, dentro de este capítulo se encuentra: la situación problemática, formulación del problema, la justificación e importancia de la investigación y los objetivos propuestos en el estudio.

El capítulo II, presenta el marco teórico, detallando los antecedentes de la investigación y las bases teóricas que facilitaron profundizar los conocimientos para el desarrollo del estudio.

En el capítulo III, se describe parte metodológica como es el tipo y diseño de investigación, la población y muestra; así mismo la hipótesis, las variables de la

investigación con su respectiva operacionalización, los métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos, así como el procedimiento de estos últimos, también el análisis estadístico e interpretación de los datos y los criterios éticos y de rigor científico.

El capítulo IV, está el análisis e interpretación de los resultados, donde se muestra el análisis de la situación actual de la empresa, los resultados en tablas y gráficos, así como la discusión de los resultados.

El capítulo V, se plasma la propuesta de investigación; mostrando un plan de todas las mejoras planteadas y el análisis del beneficio costo de la propuesta.

El capítulo VI, presenta las conclusiones y recomendaciones planteadas de la presente investigación, y por último las referencias y anexos.

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Situación problemática

A nivel internacional

Caracas – Venezuela – Universidad Católica Andrés Bello.

Según Medina y Mejias (2013), en la investigación realizada en la Distribuidora Ali Benz C.A. en el Estado de Miranda- Venezuela, se planteó el análisis del proceso productivo, por lo que se pudo identificar que existen paradas en el Área de producción, lo cual da como resultado tiempos muertos. A partir de ello se identificaron las paradas más críticas, como es el vaciado del tanque, los tiempos de cambios de formato para producir, fallas en la máquina posicionadora y la falla de los moldes (se rompen tornillos) de las máquinas sopladoras de botellas. Esto genera bajos niveles de ingresos de la empresa y de la misma manera también disminuyen el número de cajas solicitadas por el personal de distribución, afectando a los clientes finales y al mismo tiempo crea una mala imagen de la empresa, lo que puede traer como consecuencia principal la pérdida de clientes.

Guayaquil- Ecuador

Según Constante (2014), en su estudio en la Embotelladora de Cerveza Nacional S.A, identifica los problemas que afectan la productividad, que genera bajos niveles de eficiencia en las máquinas, dando como resultado, bajos niveles de producción en el Área de Envasado Súper Línea, a ello se adiciona las paradas inesperadas y la demora en la ejecución de los trabajos de reparación, esto se ve reflejado en el bajo rendimiento de la organización.

Así mismo, en cuanto a equipos se aprecia desgaste en la maquinaria, lo cual esto afecta la calidad del producto, falta de precisión en los ajustes, fallas en los equipos durante el arranque, generando un retraso en el inicio de la producción, tiempos perdidos; también, en los métodos y procedimientos no existe una secuencia de actividades durante el cambio operativo y mecánico, también la falta de control en la planificación de mantenimiento de la maquinaria, por otro lado en los trabajadores existe un déficit en el adiestramiento por rotación de personal, ausentismo en el trabajo, fallas de control por parte del supervisor del área; por otro lado en sección materiales se aprecia problemas de calidad en las botellas, etiquetado y en el suministro del líquido de llenado debido a una dosificación incorrecta de CO₂.

La productividad de la línea de producción se ve interrumpida por una cantidad de causas generando tiempos muertos, que se deja notar por falta de control y supervisión de los trabajos de mantenimiento como de cambio de producto, lo cual afecta el rendimiento en la línea de envasado.

Guayaquil- Ecuador

Según Tuarez (2013), los problemas que acarrea la Embotelladora de bebidas The Coca Cola Company, son paradas registradas en el proceso productivo, por lo que el índice de eficiencia de línea fue 73.5% y que cada vez va disminuyendo por causa de las paradas máquina, para ello se plantea que las paradas máquina deben ser menor o igual al 9 % para que no afecte a la eficiencia de la línea de producción de la Embotelladora.

De tal manera que las paradas operacionales afectan directamente a la eficiencia de las líneas de embotellado, las paradas en planta se generan debido a la mala calibración en los cambios de formato y en el proceso de producción, teniendo un impacto de 45% entre las 6 líneas de embotellado, también se dan paradas por control de calidad, botellas reventadas en la llenadora ya sean por fisuras internas o mala distribución de material y caída de botellas en las fajas transportadoras.

Los cambios de formato representan 41% del total de paradas en planta, y estas se deben a cuatro factores: Maquinaria, se produce debido a falta de mantenimiento, en ocasiones por equipos dañados, soportes desgastados y su tiempo de uso. Métodos, esto se debe a falta de supervisión, mala distribución de personal. Materiales, se generan por falta de herramientas. Mano de obra, no se motiva ni se capacita al trabajador.

A Nivel Nacional

Lima – Perú

Alvarez y De La Jara (2012), en su estudio realizado en una Embotelladora de bebidas rehidratantes, encontraron un alto y variable porcentaje de mermas en las botellas, tapas, y etiquetas utilizadas en el proceso de producción de las bebidas rehidratantes; asimismo indica que las mermas de botellas son generadas por las caídas que sufren las mismas a lo largo de la línea de producción, y los puntos

críticos se identificaron en la salida del invertido de botellas, en la salida de la llenadora y en la salida del cooler.

Otro problema identificado fue el alto consumo de aire comprimido a lo largo de toda la línea de producción. Dicho consumo energético se sitúa en los procesos de secado de botellas antes y después del ingreso a la máquina tapadora, consumo de aire comprimido en los procesos de transporte aéreo de botellas, mediante el conveyor aéreo; y transporte de tapas hacia la tolva de alimentación y hacia la encapsuladora, mediante la faja transportadora.

También se encontró excesivos tiempos por parada máquina. La línea de producción en la que se elaboran ambas presentaciones de bebidas tiene paradas entre 40 y 50 horas mensuales.

Lima – Perú

El Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial (IEDEP) de la Cámara de Comercio de Lima (CCL) (2015), analizó el estancamiento de la productividad y competitividad, registrado en los últimos años, lo cual pone en riesgo el crecimiento sostenido de la economía peruana. Según The Conference Board, la Productividad Total de Factores (PTF) del Perú disminuyó en 7.8% entre 2011 y 2014, registrándose su peor caída en el último año (-4.5%). Por otro lado, indicó que esta evolución de la PTF afecta el crecimiento a nivel empresarial así como la competitividad del país; en los últimos años la competitividad y la productividad han tenido un retroceso poniendo en riesgo el crecimiento sostenido de la economía.

También mostró que la Productividad laboral del Perú, por segundo año consecutivo, mantendría un bajo crecimiento con un índice de 2%; el IEDEP, según la cifra de PBI publicada por el INEI (3.26%), estimó que este indicador llegaría al 1.7%.

Cajamarca – Perú

Novoa y Terrones (2012), en la empresa Embotelladora Trisa E.I.R.L. dedicada a la producción y comercialización de agua de mesa se logró identificar problemas en el proceso de producción, como productos con fallas, haciendo que no cumplan los estándares de calidad, demora para cumplir los pedidos o requerimientos, los

trabajadores desconocen los métodos de trabajo y no tienen en cuenta la estandarización de tiempos en la producción en las diferentes estaciones de trabajo.

Además, los tiempos perdidos se generan por falta de supervisión en cada línea de producción, también debido al poco personal que se cuenta ya que cuando se cambia de una línea de producción a otra se requiere mayor mano de obra, por otro lado, los materiales e insumos que no llegan a tiempo, es decir, no existe un control del registro por compra de materiales e insumos. Además, se tardan de dos a tres días para hacer el requerimiento del pedido.

Asimismo, se muestra insuficiencia en los métodos de trabajo y ergonomía de los 8 puestos de trabajo; lo que se manifiesta en los trabajadores que estén de pie por 12 horas diarias, independientemente del movimiento y postura, igualmente los operarios están expuestos al frío durante todo el horario laboral, levantan un peso mayor a los 40 kg ocasionándoles dolor de espalda y severas molestias físicas.

A Nivel Local

Chiclayo – Perú

Según Rimaycuna y Túllume (2012), en la Embotelladora Calín S.A.C. su producción promedio es de 4800 y 7200 litros/día, pero dentro de ello acarrea mermas de bebidas que ascienden al 5% en la línea de producción, lo cual impide el uso eficiente de los recursos humanos, tecnológicos y económicos, originando pérdidas de dinero y pérdidas de tiempo debido a las paradas de producción originadas por las mermas.

Por otro lado, los puntos críticos de riesgos que afectan la productividad actual de la línea de producción de la Embotelladora Calín, están dados por las mermas que se ocasionan en el carbonatador, dichas mermas son producidas por las purgas de inicio y fin, con un índice de merma de 0.67%; mermas en la capsuladora, generado por las botellas mal tapadas que salen de la línea de envasado con un índice de merma 0.12%; y en la máquina llenadora la merma es causada por el rebose de la bebida con un índice de 4.76%.

A continuación, se describe los problemas que generan mermas en la maquina llenadora:

- El mal sellado de la botella.
- Deficiencia en la eliminación de aire a presión en cuello de botella.
- Falta de presentación de flujo de bebida por las paradas internas en la botella.
- Incorrecto manejo de botellas en la llenadora.
- Ingreso de aire por tubo de venteo.
- Elevada temperatura de bebida.

Chiclayo – Perú

Según Sánchez (2014), en la empresa Textil OH BABY los errores más frecuentes que ocurren en el área de producción y que afectan directamente a la productividad son: escasez de requerimientos necesarios para el proceso productivo, déficit en la planificación de órdenes de producción, insuficiente información al trabajador, inadecuado control de calidad, alto número de productos defectuosos, tiempos de alistamiento, desperdicios o despilfarro, mermas en la línea de producción. Todo esto se refleja hacia la empresa con baja productividad mostrando un 0.08% de productividad del factor global, y costos elevados equivalente a S/. 129 006 de gasto total mensual.

Asimismo, la productividad está afectada por el factor mano de obra, el personal no tiene la capacitación adecuada, además no tienen información ni materiales suficientes para realizar su trabajo, no se realiza un control en la asistencia del personal, falta de organización, lo cual genera tiempos perdidos en alistamiento de material para continuar con el proceso productivo.

Además, la falta de planificación de materiales hace que se generen compras diarias; esto trae como consecuencia pérdida de tiempo y dinero; también, se tiene paradas del proceso productivo y el incumplimiento de pedidos.

Situación problemática de la empresa

La embotelladora WARA S.A.C. es una empresa que está en el rubro de elaboración y comercialización de bebidas no alcohólicas. Según la información obtenida en la Embotelladora WARA S.A.C. se pudo encontrar que los principales problemas existentes son las mermas de materia prima debido a que no hay una calibración adecuada en los sensores de las válvulas de llenado, generando el mal llenado de las botellas y el rebose de las mismas, por lo que en la sección de tapado ocasiona que se desperdicie tiempo realizando una actividad manual para completar las botellas mal llenadas, lo cual ocasiona que el área de ventas se genere incumplimiento de pedidos.

1.2. Formulación del problema

¿Si se aplica la filosofía de Teoría de Restricciones aumentaría la Productividad en el Área de Producción de la Embotelladora WARA S.A.C. Chiclayo?

1.3. Delimitación de la Investigación

La presente investigación se realizó específicamente en el área de producción, de la Embotelladora Wara S.A.C., la cual está ubicada en la av. Antenor Orrego N° 1880- mz. A - la Victoria - Chiclayo; esta investigación se desarrolló durante los meses de abril hasta diciembre del año 2016, la cual estuvo basada en la metodología de Teoría de Restricciones, teniendo la participación de los autores, gerente y personal de la empresa.

1.4. Justificación e importancia de la investigación

Justificación

La razón por la cual hemos realizado este estudio, es porque hemos visto que se genera mermas en los procesos productivos de las empresas productoras de bebidas, por ello nuestra investigación se llevó a cabo en el área de producción de la Embotelladora WARA S.A.C., donde se plantea el diseño de un plan de mejora, de tal manera que la propuesta permitió aumentar su productividad, mejoró su rentabilidad, asimismo se logró reducir los cuellos de botella en el proceso de producción, además, la disminución de mermas en el envasado del producto, se neutralizó la pérdida de material como son los envases en los que se llena la bebida.

Desde el punto de vista social, se justifica ya que permitió obtener mejores condiciones de trabajo a los colaboradores, evitando que estos realicen acciones innecesarias que no agregan valor a los procesos y también mejoró el ambiente laboral, logrando una mejor satisfacción para los trabajadores.

Desde el punto de vista económico, la mejora permitió el aumento en la producción, teniendo como resultado un incremento en la productividad, generando menos costos de producción y más utilidades para la empresa.

Importancia

La importancia de la presente investigación, radica en que se diseñó una alternativa que mejoró los problemas en el área de producción de la Embotelladora Wara S.A.C., tales como la disminución de los tiempos muertos, mermas y paradas de máquinas, dicha alternativa permitió el incremento de la productividad logrando mayores ingresos y una mejora en la eficiencia de la línea de producción, por otro lado servirá como un modelo para que otras empresas del mismo rubro puedan utilizar mejor los recursos de mano de obra y materia prima.

1.5. Limitaciones de la investigación

En un inicio la dificultad que se tuvo fue tener que esperar para lograr la aceptación de gerencia de la Embotelladora WARA S.A.C., para poder realizar el planteamiento de mejora, otro de los inconvenientes a posteriori fue conseguir el acceso a la planta e información del manejo de los recursos para el sistema productivo de la embotelladora, así mismo hubo dificultad para que se nos brinde en su totalidad todos los indicadores de productividad en el área de producción.

1.6. Objetivos de la investigación

Objetivo general

Diseñar un plan de mejora basado en la Teoría de Restricciones, para aumentar la productividad en el área de producción de la Embotelladora WARA S.A.C.

Objetivos específicos

- Diagnosticar los procesos actuales del área de producción de la embotelladora e identificar los cuellos de botella utilizando la filosofía de la Teoría de Restricciones.
- Medir la productividad actual en el área de producción de la empresa Wara S.A.C.
- Aplicar la teoría de restricciones para eliminar los cuellos de botella identificados.
- Elaborar una propuesta en base a resultados obtenidos del estudio realizado en el área de producción de la Embotelladora WARA S.A.C.
- Evaluar el incremento de la productividad en el área de producción al realizar la propuesta de mejora.
- Analizar el beneficio/costo del plan de mejora propuesto.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudios:

Tuarez (2013), en su trabajo de investigación tuvo por objeto la implantación efectiva y gradual de un sistema de mejora continua bajo la filosofía de TPM en la planta elaboradora y comercializadora de bebidas gaseosas. Con la implementación de dicho sistema se tuvo como resultado la optimización de las tareas de mantenimiento preventivo, debido a que los operadores comenzaron a realizar las tareas básicas de inspección de las máquinas, además el cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo estaba en un 57% y se llegó a aumentar al 91%, asimismo se pudo reducir la cantidad de tareas de mantenimiento correctivo no planificado que empezó con 25 tareas y se redujo a 13, todo ello se debió a las tarjetas de identificación de averías que colocaron con criterio técnico los operadores. También se logró disminuir el tiempo de reparación de los equipos, dando prioridad a la llenadora de botellas, la cual dicha máquina es la que marca el ritmo en la línea de producción, el tiempo promedio de parada por daño era de 113 minutos, y se logró reducir a 78 minutos, esto representa una reducción de 35 minutos.

El trabajo de Medina y Mejias (2013), tuvo como objetivo mejorar el proceso productivo de una embotelladora de agua mineral, y lo primero que realizó fue definir el problema a resolver, para posterior lograr aumentar el aprovechamiento de horas sin producción, que llegan a superar el 50% del tiempo de trabajo diario. El autor recomienda invertir en equipos que permitan mantener un control de las características de extracción de agua de pozo, tales como medidores de velocidad y de igual forma realizar estudios del pozo directamente. También recomienda supervisar y evaluar la lectura y transcripción de la información realizada al final de cada turno y así llevar mejor un control de la producción y desperdicios diarios, así como la elaboración de documentos más detallados en cuanto a tiempos, horas y observaciones de la actividad realizada.

Villagómez, Viteri y Medina (2012), el objetivo que se planteó en su investigación era proponer un sistema de mejora continua con el fin de aumentar y efectivizar la producción de snacks de papas fritas utilizando la Teoría de Restricciones. En el proceso de elaboración de snacks se realizó la medición de capacidad de cada una

de las operaciones para la producción de snacks y se identificó la restricción en el proceso de fritura, el cual no estaba trabajando el 100% del tiempo diario limitando la capacidad de la fábrica, de tal manera se aplicó el segundo paso de la TOC que consiste en explotar la restricción para eliminarla. La propuesta para explotar la restricción consiste en la programación de la producción, reducción de lote de transferencia de proceso a proceso, programación de la cantidad de trabajo diario para cada uno de los trabajadores y la preparación del proceso, teniendo así un mejor aprovechamiento del tiempo y la capacidad de cada proceso. A través de la explotación de la restricción, se programó una producción diaria de 51 lotes de 9 kg que se repiten en un intervalo de 8 minutos logrando aumentar aproximadamente 27 unidades en un 21% para cumplir con los pedidos de la empresa, una vez aplicada la TOC será capaz de aumentar la producción en planta y por lo tanto permitir el cumplimiento del 100% de los pedidos que recibe la empresa tanto en cantidad como en tiempos de entrega.

Para Alvarez y De La Jara (2012), el objetivo de su trabajo mediante un diagnóstico fue realizar una propuesta de mejora en los procesos de una empresa procesadora de bebidas rehidratantes. La mejora de los procesos tiene como objeto la optimización en la línea, para aumentar la producción, reducir costos, incrementar la productividad y calidad, igualmente la satisfacción de los clientes, esta mejora debe ser continua para el mejoramiento de la empresa y el desempeño de sus procesos. Por otro lado la reducción del excesivo tiempo de paradas de producción (30 h. mensuales), la herramienta que utilizó para el cambio de formato fue el SMED y se vio reflejado en el incremento del tiempo de 6 horas disponibles de horas hombre y horas máquina, para la producción de bebidas rehidratantes; de igual manera se presentan mejoras con respecto a la eliminación de tiempos por traslado de herramientas, ajustes en los equipos y un plan de capacitación de los operarios, lo que permitió reducir las paradas de planta en un 52%. Asimismo, indicó que era factible la implementación de límites de control para las mermas de botellas, tapas y etiquetas durante el proceso productivo. Dicha propuesta permitió reducir los costos incurridos por el variable porcentaje de mermas, el ahorro por reducción de mermas es de 55%, 50%, y 48% para las botellas, tapas y etiquetas, respectivamente.

Para Novoa y Terrones (2012), en su estudio en la Embotelladora Trisa el objetivo fue demostrar la factibilidad técnica y económica de la propuesta de mejora de métodos de trabajo y estandarización de tiempos para el aumento de la productividad en la línea de producción. Los resultados obtenidos fueron la estandarización de tiempos en las líneas de producción, también se determinó que el tiempo estándar era de 7.55 min y con la propuesta se reduce a 7.34 min, con una eficiencia física de aprovechamiento de 84%. Una producción de 48000 a 50693 unidades/año; con una productividad de mano de obra de 19 a 20 unidades/H-H y productividad horas máquina de 6 a 7 unidades/H-M. Por otro lado, el método ABC el porcentaje del total de 17 ítems es 41.18% con 7 ítems que son indispensables para la producción de agua de mesa. Además, los indicadores VAN, TIR e IR, el proyecto era viable, considerando el VAN S/. 369531, 36; con una TIR de 61 %, lo cual es mayor al costo de oportunidad del 9% y el IR por cada sol empleado se tiene un índice de retorno de S/. 14.00.

Para Rimaycuna y Tullume (2012), el objetivo de realizar esta investigación fue plantear propuestas de mejora de la productividad en la línea de producción de la Embotelladora Calín S.A.C. Al realizar esta propuesta de mejora de la productividad en la línea de producción de la esta empresa embotelladora, permitirá la reducción de mermas de bebidas del 5.5% al 0.74% que representa las mermas de rebose del proceso.

Se concluyó que la implementación de la propuesta de mejora es económica y financieramente viable, como se indican en los siguientes datos. El valor actual neto del flujo neto económico es mayor de cero (S/. 52,203.42) lo que indica que con la implementación se obtendrá una riqueza adicional de S/. 52,203.42.

Hernandez (2015), su investigación en la empresa Tubos y Postes Chiclayo S.R.L. tenía por objetivo mejorar la producción mediante la aplicación de la Teoría de Restricciones, primero identificando cuáles son las actividades que representan las restricciones del sistema, siendo estas las etapas de armado de la estructura del poste y alistado del molde del poste, mediante un diagnóstico inicial se obtuvo indicadores actuales de producción tales como, la producción de postes de media tensión (13 postes/día), producción de postes de baja tensión (25 postes/día),

productividad de materiales en postes de media tensión (913,8 kg/día), productividad de materiales en postes de baja tensión (890 kg/día), productividad de mano de obra (68,48 kg/op), productividad económica (0,79 soles/kg), lo cuales se veían limitados debido al inadecuado control y planificación del ingreso de la materia prima y la heterogénea productividad de los operarios.

Mediante la aplicación de la TOC se logra mejorar los indicadores de la producción tales como, la producción de postes de media tensión (15 postes/día), producción de postes de baja tensión (28 postes/día), productividad de materiales de postes de media tensión (957,32 kg), productividad de materiales de postes de baja tensión (937,5 kg), productividad de mano de obra (81,8 kg/operario), productividad económica (0,98 soles/kg), como se observa se incrementa notablemente debido a planificación y la regularidad de productividad de los operarios. En cuanto al beneficio que obtendrá la empresa al aplicar la teoría de restricciones es de soles S/. 42 360,59 soles en el primer año.

Según Castro (2012), el objetivo de su investigación fue identificar y levantar las restricciones que reducen la eficiencia de los procesos productivos mediante un análisis y corrección de algunos indicadores de producción; una vez que se había conseguido que los operarios estandaricen su productividad tanto de unidades despezonadas como de unidades envasadas por minuto, existiría un ahorro de S/. 21 000 al mes, esto permitirá que se invierta ese dinero en la adquisición de jabs para de esta manera la materia prima ingrese de una manera uniforme, teniendo en cuenta una tasa de recuperación de 42%. Al ejecutarse los planes de mejora de dicha investigación se logró obtener resultados de mejora en los indicadores de producción por minuto de 298,28 Kg, de productividad de materiales 0,76 kg, productividad de mano de obra de 0,78 kg/operario, productividad económica 0,41 \$/kg, así como también dice que el incremento de la productividad se debe a la estandarización del ingreso de la materia prima y la regularidad de la productividad de los empleados.

Parrales y Tamayo (2012), indicaron que el objetivo de su investigación era aumentar la competitividad de su empresa mejorando la productividad y la calidad de sus operaciones. El control estadístico de procesos que se realizó les permitió

evaluar la capacidad del proceso productivo, entender en forma estadística la variabilidad de cada operación del proceso, por consiguiente, el modelo de gestión integra todos los mecanismos mediante indicadores de desempeño o mediante un control estadístico de los procesos; el primero está orientado a la mejora de la eficiencia y eficacia y el segundo está orientado a mejorar la calidad del producto.

2.2. Base teórica científicas

2.2.1. Productividad:

Cuando hablamos de productividad nos referimos al grado de eficiencia con el que se utilizan los recursos para elaborar un bien o servicio, así como también se puede decir que son aquellas acciones que se realizan, las cuales nos acercan a cumplir alguna meta.

García (2011), indica que la productividad es la relación que existe entre los productos obtenidos y los insumos que se utilizaron o también los factores de la producción que intervinieron.

“El índice de productividad expresa el buen aprovechamiento de todos y cada uno de los factores de la producción, los críticos e importantes, en un periodo definido” (García, 2011, p.17). En la productividad intervienen factores como son Hombre, Materia Prima y Equipos.

Una mejor definición de la productividad la podemos representar en la ecuación 1:

$$\frac{\textit{bienes o servicios obtenidos}}{\textit{recursos utilizados}} = \frac{\textit{ouput}}{\textit{input}} \quad (1)$$

Alvarez (2013), menciona que cuando se habla de productividad se hace referencia a productividad media de un factor, definiéndola como el número de unidades de output producidas por cada unidad empleada del factor. Por otro lado, en la literatura económica la productividad media de un factor lo relaciona como sinónimo de eficiencia, lo cual son conceptos distintos. Para ello se describe tres tipos de eficiencia:

Eficiencia de escala: sucede cuando una empresa está produciendo a una escala de tamaño óptima, que es la que le permite maximizar el beneficio.

Eficiencia asignativa: se da cuando la empresa combina los inputs en la proporción que minimiza su costo de producción.

Eficiencia técnica: esto se da cuando la empresa obtiene el máximo output posible con la combinación de input empleada.

Tamayo y Parrales (2012), comentan que la productividad debe definirse como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de producto utilizado con la cantidad de producción obtenida. Lo que se representa en la ecuación 2:

$$P = \frac{\textit{producción}}{\textit{recursos}} \quad (2)$$

Hacen mención que la productividad evalúa la capacidad de un sistema para producción de bienes o servicios y el grado en que aprovechan los recursos utilizados.

También nos dice que la productividad y la mejora continua del Sistema de Gestión de la calidad van enlazados entre sí, y gracias a dicho sistema permite prevenir los errores de calidad en el producto y así lograr mejorar los estándares de calidad del producto terminado, porque esto te conlleva a un ahorro de recursos que se reflejan en el aumento de la utilidad.

Bain (2011), menciona que la productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado, sino más bien es la medida del bien que se ha combinado y utilizado los recursos para cumplir los resultados esperados. Por otro lado, comenta que los componentes de la productividad son: la producción, el rendimiento o desempeño, los costos y los resultados. Asimismo, menciona que se confunde el concepto de productividad que es asociado al de producción, lo cual son distintos uno del otro, esto debido a que la productividad es algo más visible, tangible y medible.

A todo esto, existen tres factores para mejorar la productividad, una manera es realizar un cambio constructivo en los métodos, los procedimientos o los equipos con los cuales se llevan a cabo los resultados, como la eliminación del tiempo de espera. La segunda es la capacidad con la cual se cuenta para realizar el trabajo se provee a la cantidad de trabajo que hay que realizar, como puede ser operar una instalación y su maquinaria con dos o tres turnos y la tercera oportunidad para

mejorar la productividad son los niveles de desempeño, que tiene que ver con la capacidad para obtener y mantener el mejor esfuerzo por parte de todos los empleados. El aumento de la productividad se logra de dos maneras como se aprecia en la ecuación 3 y 4 respectivamente:

$$Productividad = \frac{Igual\ Producción}{menor\ cuantía\ de\ Recursos} \quad (3)$$

$$Productividad = \frac{Mayor\ Producción}{Igual\ cuantía\ de\ Recursos} \quad (4)$$

Citado por Castro (2012), Deming en 1989 define que es importante incrementar la productividad porque esta provoca una “reacción en cadena” en el interior de las organizaciones, lo cual se traduce en una mejor calidad de los productos, menos precios, estabilidad del empleo, permanencia de la empresa, mayores beneficios y mayor bienestar colectivo. Al incrementarse la productividad se reduce los costos porque hay menos mermas, menores devoluciones y menos retrasos aprovechando los tiempos y materiales, todo esto llevará a una mejora de calidad y un buen precio, originando más puestos laborales, un aumento de utilidades y se logrará distribuir las ganancias a los trabajadores y propietarios.

2.2.2. Clasificación de la productividad

a) **Según su alcance:** según su alcance encontramos tres formas de calcular la productividad.

Productividad parcial. Carro y Gonzales (S/F). Indican que la productividad parcial es la que relaciona todo lo producido por un sistema (salidas) entre uno de los recursos que se han utilizado en dicha producción (entradas), para ello se representa en las ecuaciones 5, 6, 7, y 8 según corresponda.

$$Productividad\ parcial = \frac{Producción}{mano\ de\ obra} \quad (5)$$

$$Productividad\ parcial = \frac{Producción}{capital} \quad (6)$$

$$Productividad\ parcial = \frac{Producción}{Materiales} \quad (7)$$

$$Productividad\ parcial = \frac{Producción}{energía} \quad (8)$$

Productividad multifactorial. Publicaciones Económica (2015), afirma que la productividad multifactorial se refiere a un concepto de productividad que no varía frente al cambio en la intensidad del uso de los factores de producción. Más bien, los movimientos de la productividad multifactorial reflejan una variación en la producción a partir de una combinación de los factores de producción, para ello se utiliza las ecuaciones 9 y 10.

$$\text{Productividad multifactorial} = \frac{\textit{Producción}}{\textit{Mano de obra} + \textit{Capital} + \textit{Energía}} \quad (9)$$

$$\text{Productividad multifactorial} = \frac{\textit{Producción}}{\textit{Mano de obra} + \textit{Capital} + \textit{Materiales}} \quad (10)$$

Productividad total. Carro y Gonzales (S/F), señala que la productividad total involucra a todos los recursos que son utilizados por el sistema, es decir, el total de salidas entre el total de las entradas, como se observa en la ecuación 11.

$$\text{Productividad total} = \frac{\textit{Salida total}}{\textit{Entrada total}} \quad (11)$$

b) Según sus factores productivos. Según el Instituto Americano de Ingenieros Industriales IIE (2016), los factores productivos están conformados por el hombre, los Materiales y los Equipos; a continuación, veremos cómo se calcula la productividad según sus factores productivos.

Productividad del Factor Hombre: En la productividad del factor hombre interviene el número de personas que participan en la producción, el total de las horas-hombre utilizadas y el costo de los operarios que participan en dicha producción, como se describe en las ecuaciones 12, 13 y 14.

$$\frac{\textit{unidades producidas}}{\textit{Nº de personas que participan en la producción}} = \textit{unid/persona} \quad (12)$$

$$\frac{\textit{unidades producidas}}{\textit{Total de horas-hombre utilizadas}} = \textit{unid/h} - \textit{h} \quad (13)$$

$$\frac{\textit{unidades producidas}}{\textit{Salario de los operarios que participan producción}} = \frac{\textit{unid.}}{\textit{S/}} \quad (14)$$

Productividad del Factor Materiales: Para calcular la productividad del factor material, tendremos en cuenta las unidades de material utilizado y el costo de los materiales utilizados, utilizando las ecuaciones 15 y 16.

$$\frac{\textit{unidades producidas}}{\textit{unidades de materiales utilizados}} = \frac{\textit{unid}}{\textit{unidad de material}} \quad (15)$$

$$\frac{\textit{unidades producidas}}{\textit{costo de los materiales}} = \frac{\textit{unid}}{\textit{S/}} \quad (16)$$

Productividad del Factor Equipos: En lo que se refiere al factor equipos, para calcular su productividad tomaremos en cuenta el número de equipos, el total de horas-máquina utilizadas y el costo que tiene utilizar los equipos. Para ello se describe en las ecuaciones 17, 18 y 19.

$$\frac{\textit{unidades producidas}}{\textit{Nº de equipos}} = \textit{unid./eq.} \quad (17)$$

$$\frac{\textit{unidades producidas}}{\textit{total de Horas-Máquina}} = \frac{\textit{unid}}{\textit{H-M}} \quad (18)$$

$$\frac{\textit{unidades producidas}}{\textit{costo de utilizacion de los equipos}} = \frac{\textit{unid}}{\textit{S/}} \quad (19)$$

2.2.3. Técnicas para el mejoramiento de la productividad.

a) Estudio de tiempos y movimientos. Sánchez (2014), refiere que el estudio de tiempos y movimientos nos permite analizar y diseñar sistemas de trabajo, aplicando conceptos de ingeniería, de manera que se consideren las mejores condiciones de trabajo para lograr una producción de calidad y con una mejor productividad. Así como también nos permite medir los tiempos de ciclo para de esta manera poder establecer tiempos estándares para la elaboración de productos, teniendo en consideración los suplementos de trabajo por cansancio o fatiga del personal, por exposición a trabajos como levantar peso, trabajar de pie, u otras condiciones de trabajo que pueden afectar el desempeño del trabajador. Esta herramienta también nos permite calcular y determinar cuál es la producción óptima por hora, lo cual es fundamental para planear, programar y controlar la producción.

Estudio de tiempos. Es una técnica de medición del trabajo que permite registrar los tiempos y ritmos de trabajo de una tarea definida, asimismo

permite analizar los datos del tiempo requerido para efectuar una tarea. Citado por Campos (2014), Kanawaty (1996).

Procedimiento para realizar un estudio de tiempos.

Citado por Campos (2014), Meyers (2000), consideran los siguientes pasos a seguir.

- 1) Seleccionar el trabajo que se va a estudiar.
- 2) Hacer la recolección de la información del trabajo.
- 3) Dividir el trabajo en elementos.
- 4) Efectuar el estudio de tiempos propiamente dicho.
- 5) Hacer la extensión del estudio de tiempos.
- 6) Determinar el número de ciclos por cronometraje.
- 7) Calificar, nivelar y normalizar el desempeño del operador.
- 8) Aplicar tolerancias.
- 9) Verificar la lógica.
- 10) Publicar el estándar de tiempos.

Equipos para aplicar el estudio de tiempos.

Para realizar el estudio de tiempos el equipo mínimo que se requirió fue un cronómetro, una tabla, los formatos para el estudio, un equipo de videograbación y una calculadora de bolsillo.

Cronómetro: se utiliza para la medición del tiempo que se da en cada estación de trabajo.

Cámara de videograbación: se utiliza para grabar los métodos del operario y el tiempo transcurrido.

Tablero de estudio de tiempos: se emplea cuando se usa un cronómetro ya que es conveniente tener una tabla para sostener el formato del estudio de tiempos y el cronómetro.

Forma de estudio de tiempos: contiene todo el detalle registrado del estudio de tiempos.

- b) Medición del trabajo.** Citado por Sánchez (2014), herrera (2012), indican que la medición del trabajo determina cuál es el tiempo que requiere un trabajador calificado para realizar una tarea específica en un nivel de rendimiento definido. Mientras el estudio de métodos ayuda a eliminar el movimiento innecesario, la medición del trabajo ayuda a indagar, reducir y luego eliminar el tiempo ineficaz durante el cual no se realiza trabajo útil.
- c) Análisis de Pareto.** Citado por Sánchez (2014), herrera (2012), afirman que el 80% de resultados provienen del 20% del esfuerzo, este instrumento es muy útil para el análisis de la productividad, ya que se centra en su atención en los pocos problemas más importantes y contribuye con establecer prioridades.
- d) Análisis Beneficio–Costo.** Citado por Sánchez (2014), herrera (2012), Refieren que es una técnica eficaz en el mejoramiento de la producción para determinar los beneficios que tiene un proyecto en relación con sus costos, teniendo en cuenta que los beneficios y los costos no se pueden medir directamente en unidades monetarias.

2.2.4. Producción

Gonzales (2009), afirma que el término producción en su sentido más amplio abarca una serie de funciones para que una empresa u organización realice una actividad económica-social, independientemente de que estemos hablando de una empresa de producción de bienes o de servicios, es decir, transformando los materiales o recursos en productos o servicios, eso dependerá de la actividad comercial de la empresa u organización.

Sistemas de producción: un sistema de producción es una forma de pensar que busca la reducción sistemática del tiempo, materiales y esfuerzo innecesario de todo el sistema de producción de una empresa.

El objetivo de un sistema de producción es lograr la máxima contribución a la satisfacción del cliente.

Existen tres tipos tradicionales de sistemas de producción que son producción por trabajos o bajo pedido, producción por lotes y producción continua.

- a) Producción por trabajos o bajo pedido.** Este tipo de producción es utilizada por las empresas que solo producen al haber recibido un pedido o encargo de

un determinado producto, solo después del pedido o encargo la empresa pasa a elaborarlo y solo esta es la manera de como ofrece sus productos al mercado.

- b) Producción por lotes.** Este sistema lo utilizan las empresas que producen una cantidad limitada de un producto cada vez, a esa cantidad limitada se le denomina lote de producción.
- c) Producción continua.** Este sistema lo utilizan las empresas que producen un producto determinado por un largo periodo sin cambios en su sistema de producción, el ritmo de producción es acelerado y las operaciones se ejecutan sin interrupción alguna.

Tipos de procesos de producción

- a) Según la parte del proceso realizado:** Pérez (2010), lo clasifica de la siguiente manera.

De obtención. Son aquellas materias primas naturales que por medio de la aplicación de un proceso químico o mecánico da como resultado, materiales que se convierten en materias primas para otras industrias.

De transformación. Se utilizan materias primas secundarias para fabricar piezas.

De montaje. Se utilizan para el ensamble de piezas para obtener el producto final.

- b) Según el grado de automatización:** Velasco (2010) indica que se clasifican en.

Manuales. Son aquellos en los que no se utiliza ninguna máquina o bien, en caso de utilizarla, necesitarán la intervención humana para que la operación se ponga en marcha.

Semiautomáticos. Consiste en que una parte del proceso es realizado por la mano de obra y la otra parte por maquinaria con avance automático.

Automático. Una vez preparada la máquina no requiere la intervención humana para la elaboración de cada producto.

Análisis de procesos

Chase, Jacobs y Aquilano (2009), define proceso como un área cualquiera de una empresa que toma insumos y los transforma en productos que, se convertirán teniendo un valor mayor a los insumos originales.

Medición del desempeño de los procesos

Chase, Jacobs y Aquilano (2009), manifiestan que la utilización es la medida más común de los procesos:

La utilización. - Es la proporción de tiempo que un recurso es usado entre el tiempo que está disponible para su uso. Se encuentra según la ecuación 20.

$$Utilización = \frac{Capacidad\ Utilizada}{Capacidad\ Diseñada\ o\ Teórica} \quad (20)$$

Eficiencia. - Es la proporción de la producción real de un proceso en relación con algún parámetro. Se determina en la ecuación 21.

$$Eficiencia = \frac{Capacidad\ Utilizada}{Capacidad\ Efectiva} \quad (21)$$

Tiempo de preparación. - Se refiere al tiempo que se requiere para preparar la máquina con propósito de fabricar un artículo específico.

Tiempo de corrida. - Es el tiempo que se requiere para producir un lote de piezas. Se calcula multiplicando el tiempo requerido para producir cada unidad por el tamaño de lote.

Tiempo de operación. - Es la suma del tiempo de preparación y el tiempo de corrida para un lote de piezas que pasan por una máquina.

Tiempo de procesamiento. - Es el tiempo que transcurre mientras se trabaja en una unidad y el tiempo mientras espera en una fila. Relacionado con el tiempo promedio que una unidad tarda en pasar por el sistema.

Índice de procesamiento. - Es el porcentaje de productos que se espera que el proceso haga dentro de un periodo.

$$indice\ de\ procesamiento = \frac{1}{Tiempo\ del\ ciclo} \quad (22)$$

Tiempo de espera. - Es el tiempo que espera una pieza no por un recurso, sino por otra pieza con la que va armarse.

Tiempo ocioso. - Es el tiempo sin utilizar, se encuentra mediante el tiempo del ciclo menos los tiempos de preparación, procesamiento, cola y espera.

Tiempo de ciclo. - Es el tiempo que transcurre entre el inicio y el fin de un trabajo.

Velocidad del proceso. - Es la proporción entre el tiempo total de procesamiento y el tiempo de valor agregado.

Tiempo de valor agregado. - Es el tiempo que pasa mientras se trabaja en una unidad de forma útil. Se calcula de la suma de los tiempos de las actividades operativas del proceso.

Cargas

Carranza (2012), define a una carga como el proceso de asignación de capacidad e implica un proceso de organización para los centros de trabajo y para las máquinas, dentro de los tipos de cargas podemos encontrar cargas finitas y cargas infinitas:

Programación con cargas finitas. - La carga finita se utiliza cuando la capacidad de los centros de trabajo se asigna una lista de labores, produciendo un listado detallado de cada parte a través de órdenes de planta simuladas modificando los tiempos de inicio y los tiempos de terminación y la capacidad hora por hora de cada centro de trabajo, lo cual se asigna a diversas tareas. También nos permite planificar de una forma más pausada el proceso de fabricación, al trabajar sobre factores de producción continuos, con un tiempo de fabricación constante.

Programación con cargas infinitas.- Una carga infinita se dará siempre y cuando no se importe la carga de trabajo, no se tomará en cuenta si la producción está limitada por el número de centros de trabajo, maquinaria o personal, debido a que en este caso no se están limitando los factores de producción, se puede contratar horas extra indefinidas, alquilar máquinas o subcontratar algún tipo de partes utilizadas en la fabricación de algún tipo de producto, lo que ocasiona que la planificación éste en periodos no constantes. Se utiliza cuando se asignan centros de trabajo sin tomar en cuenta su capacidad. No todas las empresas pueden

soportar una carga infinita, ya que requiere de un desembolso a corto plazo que solo empresas grandes que cuentan con recursos económicos elevados la pueden asumir.

2.2.5. Balance de Líneas

Adanaqué y Llontop (2013), definen el Balance de líneas como una de las herramientas más importantes del control de la producción, dado que una línea de fabricación equilibrada depende de diferentes variables que afectan a la productividad en un proceso, tales como los inventarios de los productos en proceso, tiempos de fabricación y entregas parciales de producción.

Adanaqué y Llontop (2013), afirman que “el Balance de líneas es una técnica de la Ingeniería Industrial que posibilita el BALANCE o EQUILIBRIO de las operaciones en las estaciones de trabajo para que en función de tiempos iguales se logre la deseada tasa de producción”.

Según Adanaqué y Llontop (2013), el balance de líneas permite determinar el número de máquinas, número de trabajadores la cual debe ser asignada a cada estación de trabajo, para alcanzar lo siguiente:

- a) Con el mínimo personal alcanzar el ritmo deseado de producción.
- b) Distribuir el trabajo entre el personal disponible, de tal manera que todo el personal trabaje en igual proporción.

Línea. Es aquella secuencia productiva con criterio rígido de preferencia.

Línea de Producción o Proceso de producción. Es aquel conjunto de procedimientos distintos encargados de transformar la materia prima en producto terminado. La conforman un número de estaciones de trabajo y un tiempo determinado para cada estación.

Tipos de líneas de producción

- A) Líneas de fabricación o producción.** Son aquellas operaciones destinadas a formar las características físicas o químicas finales del producto. Proceso en

el cual la MAQUINARIA gobierna la producción y el HOMBRE constituye el apoyo.

Indicadores de una línea de producción.

Citado por Castro (2012) según Rojas (1996), los indicadores que se deben calcular y tomar en cuenta para equilibrar una línea de producción son: Producción, tiempo muerto, eficiencia.

Producción, (ec. 23):

$$Producción = \frac{t_b}{c} \quad (23)$$

C= ciclo = cuello de botella = velocidad de producción

Tb= tiempo base

Tiempo Base (tb): Adanaqué y Llontop (2013), indican que el tiempo base puede ser una hora, una semana, un año.

Tiempo de ciclo (C): Adanaqué y Llontop (2013), afirman que el tiempo de ciclo viene a ser el tiempo que demora un producto en ser procesado.

Tiempo muerto (δ): Rojas (1996) citado por Castro (2012), define el tiempo muerto como el tiempo ocioso de cada estación de trabajo. Utilizando las ecuaciones 24 y 25.

$$\delta = K C - \sum_{i=1}^K t_i \quad (24)$$

$$t_i = L_i + m_i \quad (25)$$

Donde:

δ = Tiempo muerto

C= ciclo = cuello de botella = velocidad de producción

t_i = tiempo de operación en la estación de trabajo "i" ($L_i + m_i$)

K = Número de estaciones de trabajo

L_i = Tiempo de preparación en la estación de trabajo "i" (carga y descarga)

m_i = Tiempo de maquinado en la estación de trabajo "i"

Eficiencia de la Línea (E): Es el porcentaje de uso o aprovechamiento de los recursos (operarios, máquinas o equipos). Según las ecuaciones 26 y 27.

$$E: \frac{T}{n * c} * 100 \quad (26)$$

$$T = \sum_{i=1}^K (t_i * n_i) \quad (27)$$

Donde:

E = Eficiencia de la línea

T = Tiempo total de la línea de producción

C= ciclo = cuello de botella = velocidad de producción

t_i = tiempo de operación en la estación de trabajo "i"

n_i = Número de recursos (máquinas u operarios)

Tiempo Base (tb).- Es el tiempo necesario de cada estación para cumplir con una producción deseada. Como se aprecia en la ecuación 28.

$$t_b = P * t_i \quad (28)$$

B) Línea de ensamble. Está conformado por los equipos o los procesos de trabajo que son ordenados de acuerdo con los procesos progresivos para fabricar un producto.

Caracterización de las líneas de ensamble

Tabares (2013), describe así las características de línea de ensamble:

Línea serial: Está formada por estaciones simples, donde el producto recorre las diferentes estaciones generándose los respectivos cambios, se puede usar una banda transportadora para el movimiento del producto.

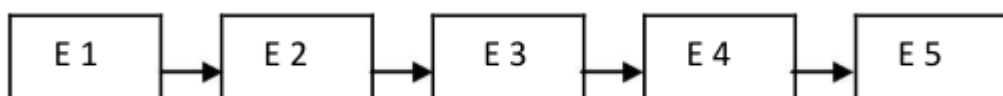


Figura 1. Línea Serial con Estaciones Simples.

Línea con estaciones en paralelo: Es una línea serial, con la diferencia de que algunas estaciones están en paralelo, con la finalidad de disminuir su carga de trabajo, evitar los cuellos de botella, y reducir el tiempo de una tarea cuando esta es mayor que el tiempo de ciclo.

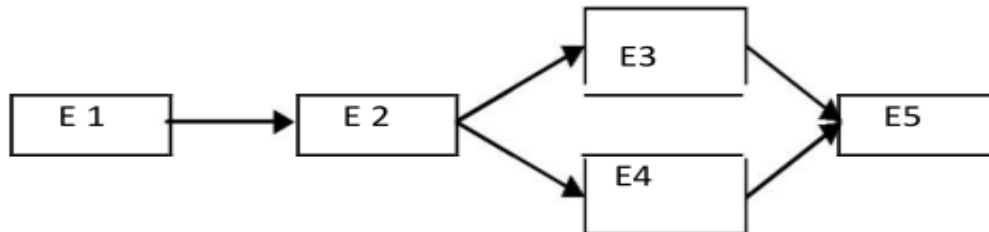


Figura 2. Línea con Estaciones Paralelas.

Líneas paralelas: Son varias líneas colocadas en paralelo con el fin de procesar diferentes productos o familias de productos por cada línea; es decidir cuantas líneas y cómo se va a distribuir los equipos y la fuerza de trabajo.

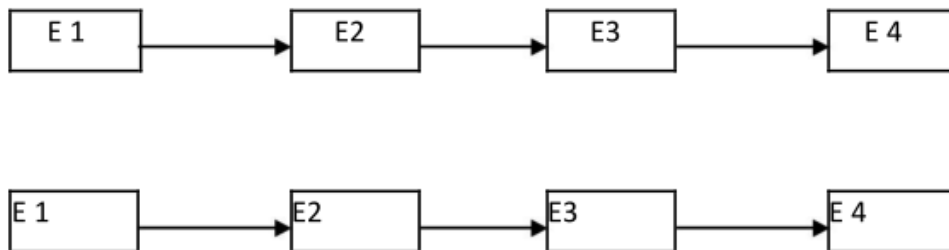


Figura 3. Líneas Paralelas.

Línea de dos lados: Son líneas seriales para lelas, las cuales operan al mismo tiempo un solo producto, por lo tanto, las líneas están en capacidad de realizar la misma tarea o ya sea otra.

Líneas circulares o cerradas: En estas líneas las piezas se están procesando, mientras los operarios o robots las van tomando y las procesan y vuelven a liberarlas en la línea.

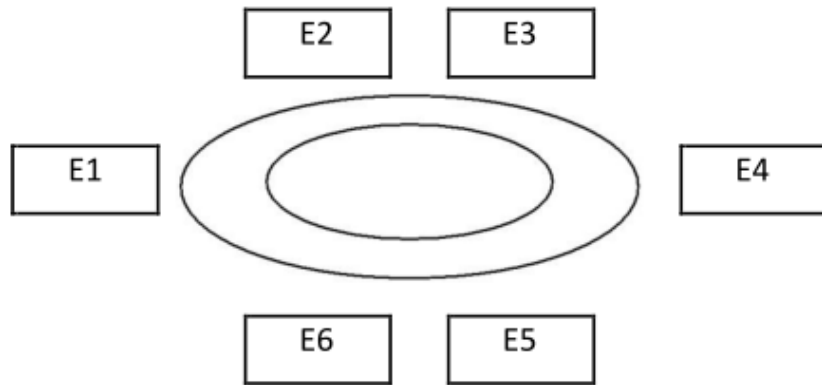


Figura 4. Línea Circular o Cerrada.

Pasos para equilibrar una línea de ensamble

Según Chase, Jacobs y Aquilano (2009), los pasos para equilibrar una línea de ensamble son los siguientes:

- 1) Establecer la secuencia de las relaciones de las tareas mediante un diagrama de precedencia, el cual está compuesto por círculos y flechas. Los círculos representan tareas individuales y las flechas indican el orden en que se desempeñan.
- 2) Determinar el tiempo de ciclo (C) que requieren las estaciones de trabajo. Se ve en la ecuación 29.

$$C = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producto requerido por día (unidades)}} \quad (29)$$

- 3) Determine el número mínimo de estaciones de trabajo (N_t), que se requiere para cumplir el límite de tiempo de ciclo de la estación de trabajo, (ecuación 30).

$$N_t = \frac{\text{Suma de tiempos de las tareas (T)}}{\text{Tiempo de ciclo (C)}} \quad (30)$$

- 4) Escoger la primera regla que usará para asignar las tareas de las estaciones de trabajo y una segunda regla para romper empates.
- 5) Asignar las tareas, de una en una, a la primera estación de trabajo hasta que la suma de los tiempos de las tareas sea igual al tiempo de ciclo de la estación de trabajo o que no haya más tareas viables debido a restricciones de tiempo o de secuencia. Repetir el proceso con cada estación de trabajo.

6) Evaluar la eficiencia del balanceo obtenido, utilizando la ecuación 31.

$$Eficiencia = \frac{\text{Suma de tiempos de las tareas (T)}}{\text{Número real de estaciones de trabajo (N}_a\text{) X tiempo de ciclo de estación de trabajo}} \quad (31)$$

7) Si la eficiencia no es satisfactoria, volver a equilibrar utilizando otra regla de decisión.

2.2.6. Teoría de restricciones (TOC)

La Teoría de las restricciones según Goldratt (1984) citado por Castro (2012), es un conjunto de procesos de pensamiento que utiliza la lógica de la causa y efecto para entender lo que sucede y de esta manera encontrar formas de mejorar.

Principalmente está basada en la mejora de la operación que restringe un proceso crucial o ya sea en la actividad más débil que limita el desempeño de todo el sistema. Como solución establece que el método de impulsar el proceso es emplear un catalizador en el proceso más lento y lograr que trabaje hasta el límite de su capacidad para acelerar el proceso completo. La teoría resalta para solucionar los hallazgos y apoyos del principal factor limitante. Estos factores limitantes se denominan restricciones o "cuellos de botella". Los cuales son producidos por un individuo, un equipo, una pieza de un equipo o una política local, o ya sea la ausencia de alguna herramienta.

Producción: Como mejorar la Teoría de Restricciones

La TOC se desarrolla a partir de su Programa de Optimización de la Producción. El punto para dar inicio de todo el análisis es que la meta de toda empresa es ganar dinero, y para hacerlo es necesario elevar el "throughput"; pero como este está limitado por los cuellos de botella, en su investigación Castro (2012) hace referencia a Goldratt, que la determinante de la capacidad de la planta es la capacidad del recurso cuello de botella. La esencia radica en equilibrar dicha capacidad con la demanda del mercado, y a partir de ello balancear el flujo de producción de todos los recursos productivos al ritmo del factor productivo que tenga un cuello de botella. La TOC no es más que aprovechar al máximo los cuellos de botella; porque una hora perdida en cualquier tipo de recursos hace que se convierta en una hora

perdida en todo el sistema productivo. Todo esto implica ocuparse de los cuellos de botella, pero también no descuidar los recursos que no están afectados por un cuello de botella, porque descuidar la fabricación libremente trae como resultado el aumento de inventarios y gastos de operación innecesariamente.

Hernandez, Gómez, Santamaría, Triana, Porras, Castiblanco y Vega (S/F.), comentan que para las empresas el cumplimiento de las metas y los objetivos es básico en la evolución y desarrollo organizacional, ya que es lo que buscan desde el inicio de sus actividades.

En la TOC, la meta de una empresa es ganar dinero por tanto la medición de la meta se realizará a través de los indicadores que se presentan como: Throughput, Inventarios, y Gastos Operativos. Por tal motivo el método recomendado por TOC para encontrar es el socrático, el cual fomenta la participación del personal, el desarrollo de soluciones propias, y el trabajo en equipo, TOC favorece la aplicación de metodologías que implican el desarrollo del "Saber cómo", y ya no utilizar consultores externos. (Morales; 2006).

En base a esta teoría, las organizaciones pueden poner en práctica ciertas estrategias para implementar procesos de mejora continua y ser más eficientes.

La Teoría de las Restricciones se basa en producir para lograr un aprovechamiento de toda la capacidad, pero si la empresa no logra vender las unidades producidas, en esto es lo que se basa su Programa de Optimización de la Producción. La razón dentro del esquema de E. Goldratt es muy sencilla: se elevan los inventarios, se elevan los gastos de operación y permanece constante el throughput; exactamente lo opuesto a lo que se definió como meta. E. Goldratt menciona que todas las empresas piensan que una solución a esto sería tener una fábrica balanceada, es decir, una empresa donde la capacidad de todos y cada uno de los recursos está en exacta igualdad con la demanda del mercado y su tiempo de producción se nivelan los tiempos eliminando los cuellos de botella. Pareciera ser la solución ideal; cada recurso genera costos por una capacidad, que se absorben plenamente porque cada recurso necesita fabricar de acuerdo a la demanda del mercado. Es por eso que, basándose en esta solución, las empresas intentan balancear sus plantas industriales, tratando de igualar la capacidad de cada uno de los recursos

con la demanda del mercado. Suponiendo que sea posible, se reduce la capacidad de producción del recurso productivo que puede ser mayor a la producción de otro producto con menor demanda o producción. De esta manera, disminuyen los gastos de operación y supuestamente permanecen constantes los inventarios y el throughput. Pero según E. Goldratt todo esto constituye un gravísimo error. Igualar la capacidad de cada uno de los recursos productivos a la demanda del mercado implica inexorablemente perder throughput y elevar los inventarios. Las razones expuestas son las siguientes: E. Goldratt distingue dos fenómenos denominados eventos dependientes Y fluctuaciones estadísticas. La combinación de estos dos fenómenos genera un desajuste inevitable cuando la empresa está balanceada, produciendo la pérdida de throughput y el incremento de inventarios. (Morales; 2006).

No cabe la menor duda de que con la identificación y adecuada gestión de las restricciones se consiguen mejoras significativas en poco tiempo. Como proceso, TOC se estructura en pasos iterativos enfocados a la restricción del sistema, considerando que restricción es todo aquello que impida el logro de la meta del sistema o empresa.

La mejora en TOC hace referencia a la búsqueda de más “meta” del sistema o empresa si perjudicar las condiciones necesarias. Para lograr la meta más rápidamente es necesario romper con varios paradigmas. Los más comunes son:

- Operar el sistema como si se formara de “eslabones” independientes, en lugar de una cadena.
- Tomar decisiones, entre ellas la fijación de precios, en función del costo contable, en lugar de hacerlo en función de la contribución a la meta (Throughput).
- Requerimientos de una gran cantidad (océanos) de datos cuando se necesitan de pocos relevantes.
- Copiar soluciones de otros sistemas en lugar de desarrollar soluciones propias en base a metodologías de relaciones lógicas de “efecto-causa-efecto”. La continuidad en la búsqueda de la mejora requiere de un sistema de medición y de un método que involucre y fomente la participación del personal.

De acuerdo al Blog Teoría de Restricciones (2013), la aplicación y el desarrollo de TOC constan de los siguientes 5 pasos:

1) Identificar las restricciones del sistema: Para llevar a cabo el primer paso se necesita comprender el proceso de producción, descomponerlo en fases y actividades, y así obtener las capacidades de producción de cada actividad mediante un estudio de tiempos. Para la identificación de la restricción se lleva a cabo una detección visual, teniendo que realizar un cociente entre la carga y la capacidad de los recursos, y se procede a analizarlos. Para ello se mide la capacidad de cada etapa del proceso y se analiza respecto a la demandada:

- Tiempos por proceso
- Tiempos por lote
- Medición directa en los puestos de trabajo

2) Explotar las restricciones del sistema: Esto implica buscar la forma de obtener la mayor producción posible de la restricción. Para ello se procede hacer lo siguiente:

- Impedir que el cuello de botella deje de producir.
- Aplicar controles de calidad anteriores.
- Rebajar los tiempos de preparación.
- Minimización de los traslados y el transporte.

3) Subordinar todo a la restricción anterior: Consiste en subordinar las capacidades de las demás actividades de acuerdo al ritmo que marca la restricción del sistema. Asimismo, se obliga al resto de los recursos a operar de acuerdo al ritmo que muestren las restricciones, no se produce más de lo que la restricción puede absorber, el cuello de botella marca el ritmo de producción.

4) Elevar las restricciones del sistema: Consiste en ejecutar un programa de mejoramiento del nivel de actividad de la restricción:

- Implementando una máquina similar dentro de la fábrica o conseguir una nueva.
- Ajustar los tamaños de lote.
- Si hay operación crítica, subcontratar parte de los pedidos.
- Comprar, en lugar de producir, para aliviar el CDB.

- Reasignar tareas.
- Estandarizar.

5) **Si una restricción es superada, vuelva al paso 1.** Lo importante es no permitir que la inercia sea la mayor restricción del sistema.

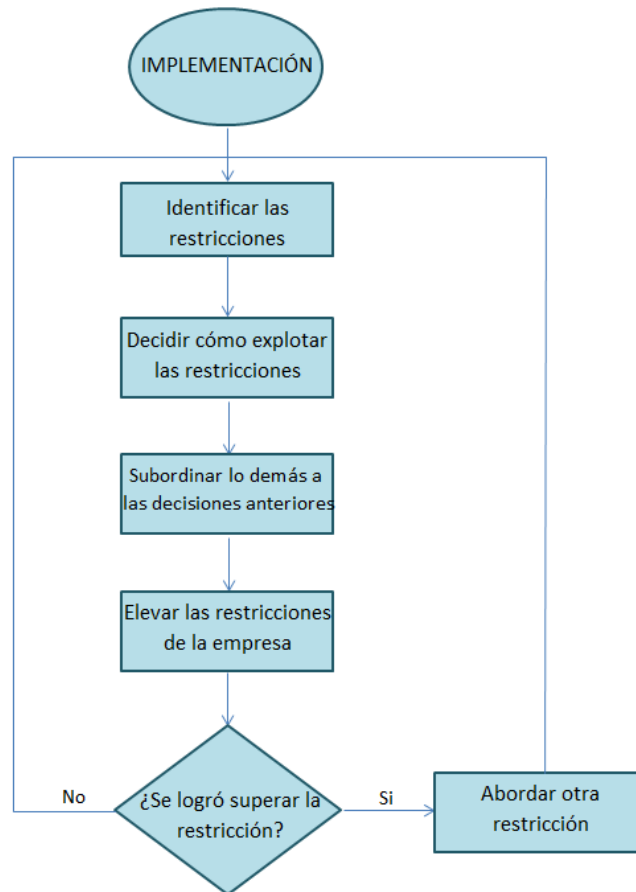


Figura 5. Proceso para la Implementación de La TOC.

Fuente: Blog teoría de restricciones

Asimismo, se identifica en todo sistema o empresa tres tipos de restricciones:

A) Restricción de Mercado: Son aquellas que reconsideran externas a la organización y que están vinculadas con la demanda máxima del producto, satisfacerla depende de la capacidad del sistema para cubrir los factores como es el precio, rapidez de respuesta, etc. Esto se puede dar mediante la aparición de nueva oferta que sustituya el producto, lo cual limita el desempeño del sistema. (Vieira; 2013).

B) Restricciones físicas.- Para la Ph.D Vieira (2013), Son las que se derivan de una variable que se puede vincular fácilmente con un factor de la producción, estas pueden ser una materia prima un canal de abastecimiento, entre otros:

Restricción de Materiales: El Throughput se limita por la disponibilidad de materiales en cantidad y calidad adecuada. La falta de material en el corto plazo es consecuencia de mala programación, y calidad. (Blog Teoría de Restricciones; 2013).

Restricción de Capacidad: Es el resultado de tener equipo con capacidad que no satisface la demanda requerida por el mercado. (Blog Teoría de Restricciones; 2013).

Restricción Logística: Esta restricción se produce en el sistema de planeación y control de producción. Las reglas de decisión y parámetros establecidos en el sistema pueden afectar en el flujo de la producción. (Blog Teoría de Restricciones; 2013).

Restricción de Comportamiento: Son actitudes y comportamientos del personal. La actitud de "ocuparse todo el tiempo" y la tendencia a trabajar lo fácil. (Blog Teoría de Restricciones; 2013).

Restricción Administrativa: Son estrategias y políticas definidas por la empresa que limitan la generación de Throughput. Promoviendo la optimización local.

C) Restricciones políticas.- Se dan mediante la adopción de prácticas, procedimientos o políticas por parte de la organización, que son contrarias a su productividad, por lo general estas restricciones tienen efectos suaves al inicio y drásticos al final, lo que implica que se disminuye el desempeño de la empresa en cuanto a la obtención de los objetivos. Esto se puede notar por ejemplo en la adopción de un sistema de remuneración que desestime a los empleados. (Ph.D Vieira; 2013).

Sistema DBR (Tambor - Amortiguador - Soga)

Es una metodología de planeación, programación y ejecución de la producción de un producto o servicio. Asimismo el método DBR permite mejorar la eficiencia de la

empresa haciendo que funcione a la máxima velocidad posible con el mínimo de inventarios y que permita satisfacer demandas inesperadas. (Reyes; 2007).

Sistema DBR consiste en tres componentes:

El Drum (tambor).- Se refiere a los cuellos de botella que son los recursos con capacidad restringida, que determinan el ritmo de la producción. El DRUM es la restricción física de la planta en el centro de trabajo, máquina u operario que limitan la capacidad del sistema para aumentar la producción, lo cual toda la planta sigue el ritmo del tambor. El Tambor busca explotar de la forma más eficiente la limitación del sistema. (Reyes; 2007).

El Buffer (amortiguador).- Es un amortiguador de impactos basado en el tiempo, que protege el throughput de las interrupciones del proceso, para que siempre tenga trabajo el Drum. Los Buffer están "basados en tiempo de proceso"; esto hace que la prioridad del sistema sea operar estrictamente basado en el tiempo que se espera que un pedido u orden de producción se tenga una cantidad adicional de material y se haga llegar los insumos a los puntos críticos con anticipación. (Reyes; 2007).

Rope (Cuerda).- Es el mecanismo de salida de trabajo para el proceso, asimismo es el tiempo de preparación y ejecución necesario para todas las operaciones anteriores al Drum, más el tiempo del Buffer, se encarga de procesar información para enviar los materiales necesarios en el inicio del proceso. (Reyes; 2007).

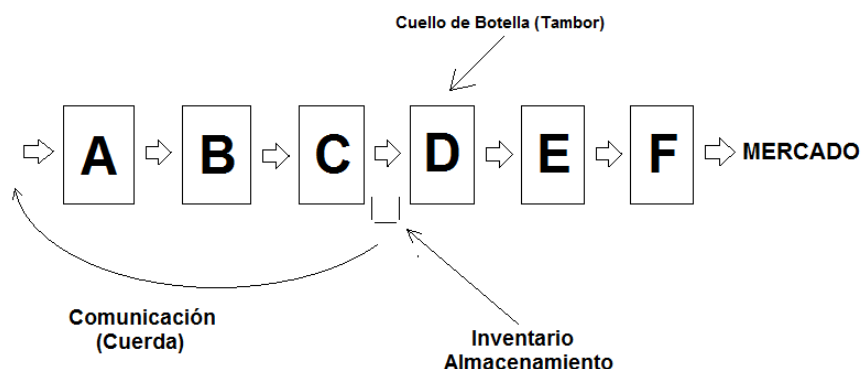


Figura 6. Sistema DBR.

Etapas del modelo DBR

Reyes (2007), refiere que en un proceso para fabricar un producto pasa por varias actividades y solo una actividad es cuello de botella, el modelo DBR sigue las siguientes etapas:

- 1) Programar la producción del recurso cuello de botella (CB) tomando en cuenta su capacidad limitada y la demanda de mercado que está tratando de atender.
- 2) Programar la producción de los recursos restantes que no son CB.
- 3) En las operaciones subsiguientes al CB cuando se termina una parte se programa la siguiente operación y así sucesivamente (como en JIT).
- 4) Programar las operaciones precedentes para proteger al CB de las perturbaciones que se puedan producir en los recursos anteriores.
- 5) Sobre el supuesto de que la mayoría de las perturbaciones posibles no superan los dos días de trabajo, una protección de tres días en el amortiguador de tiempo será más que suficiente para proteger el throughput del cuello de botella.
- 6) Programar hacia atrás en el tiempo, partiendo del cuello de botella. Se programará la operación inmediata precedente al CB de manera que termine las partes necesarias que estén programadas para ser utilizadas en el CB.
- 7) Cada una de las operaciones precedentes se programará en retrospectiva de manera semejante para que todas las partes estén disponibles justo a tiempo para la siguiente operación.
- 8) Se genera un programa y un amortiguador de tiempo que satisfaga todos los requerimientos del Sistema.
- 9) Definir como se compran (cantidad y periodicidad) la otra parte del producto que forma parte del producto final a través del ensamble.
- 10) Es importante generar un inventario amortiguador de esta parte para conformar el producto final.

2.2.7. Mejora continua.

Baca, Cruz, Cristóbal, Baca, Gutiérrez, Pacheco, Rivera, Rivera (2007), definen a la mejora continua como:

“Cualidad emergente de los procesos de trabajo que tienen lugar al interior de la empresa, que hace que mejoren permanentemente y en todos los sentidos, es decir, en forma continua, sostenida e integral”(p.96).

Es decir, mejora continua se refiere a realizar constantes mejoras en los procesos cada ciertos periodos de tiempo, de esta manera se puede solucionar ciertos problemas que se pueden presentar en el futuro.

La Escuela de Organización Industrial (2010), Afirma que la mejora continua es una filosofía que busca optimizar e incrementar la calidad de un producto, proceso o servicio. Esta se aplica de forma más directa en las empresas de manufactura, debido a una gran necesidad que se tiene de minimizar los costos obteniendo una calidad igual o mejor del producto.

Factores de la mejora continua.

Baca et al. (2007), afirman que para mejorar cualquier procesos de trabajo se requiere que haya tres condiciones mínimas necesarias y de manera simultánea, las cuales se convierten en los factores de la mejora continua:

- a) Querer mejorarlo;
- b) Poder mejorarlo (incluye el saber como hacerlo y tener con que hacerlo); y
- c) Actuar en consecuencia.

Cero defectos: Sosa (2009), menciona que trabajar con cero defectos consiste en ir controlando el proceso, asegurándonos que todo saldrá como se ha establecido y por lo tanto se lograrán los objetivos planteados.

Sosa (2009), también afirma que lo único que puede garantizar que se está trabajando cero defectos es hacerlo dentro de las especificaciones que establece el proceso, pero con la condición de que estas especificaciones garanticen la satisfacción del cliente y compitan con las de nuestros competidores; y el siguiente paso obligatorio de cero defectos realizarlo con la mejora continua, de manera que si no se hace de esa forma solo tendremos buenos resultados pero serán pasajeros.

Técnicas para la mejora continua de los procesos

Existen diversas técnicas para implementar la mejora continua en una organización, de los cuales podemos mencionar:

A) Las cinco “S”

Constituyen una de las estrategias de soporte al proceso de mejora continua (KAIZEN), que son utilizadas por la manufactura esbelta, su objetivo principal es lograr cambios en la actitud de los colaboradores con respecto a la administración de su trabajo. (Bonilla, Díaz, Kleeberg y Noriega; 2012).

Los principales valores a reforzar son:

Seiri (Clasificar). Identificar los elementos necesarios e innecesarios en el ambiente de trabajo.

Seiton (Organizar). Disponer en forma ordenada de aquellos elementos clasificados como necesarios.

Seiso (Limpiar). Desarrollar un hábito de limpieza permanente en el lugar de trabajo.

Seiketsu (Normalizar). Estandarizar las prácticas para mantener el orden y limpieza, practicar en forma continua los principios anteriores.

Shitsuke (Perseverar). Superar la resistencia al cambio y hacer de las buenas prácticas un hábito.

B) Justo a tiempo (JIT)

Heizer y Render (2009); afirman que el JIT es la mejora continua y reforzamiento de la solución de problemas, los sistemas JIT están diseñados para la producción y entrega de bienes justo cuando se necesita, por otro lado se relaciona con la calidad en tres formas:

- 1) JIT reduce el costo de la calidad.
- 2) Mejora la calidad.
- 3) Mejor calidad significa menos inventario y un mejor sistema JIT más fácil de usar.

C) Diagrama causa - efecto (Ishikawa)

Es una herramienta que permite identificar problemas de calidad, también es conocido como diagrama de Ishikawa o diagrama de Espina de Pescado. (Heizer y Render; 2009).

Pasos del diagrama Ishikawa

- a) Definir bien el PROBLEMA o EFECTO a analizar.
- b) Trazar una flecha horizontal (flecha primaria) de izquierda a derecha y escribir al final dentro de un cuadrilátero el PROBLEMA o EFECTO.
- c) Identificar las CAUSAS principales y colocarlas en la parte superior e inferior del diagrama y con flechas secundarias diagonales unirlas con la flecha horizontal (flecha primaria).
- d) Identificar las CAUSAS secundarias y con flechas paralelas a la flecha primaria, unirlas las flechas secundarias respectivamente, así como las CAUSAS terciarias, que afectan a las secundarias.
- e) Comprobar la validez lógica de cada cadena causal. Para cada CAUSA raíz “leer” el diagrama en dirección al efecto analizado, verificando que cada cadena causal tenga sentido lógico y operativo. Este paso, ayudará identificar factores causales intermedios u omitidos. Asimismo datos errados, falta de iluminación, error de digitación.
- f) Comprobar la Integración del diagrama, realizando una visión de conjunto del diagrama, teniendo cuidado, sobre aquellas ramas que tienen menos de tres CAUSAS, poseen apreciablemente, más o menos CAUSAS que las demás y tienen menos niveles de CAUSAS Subsidiarias que las demás.
- g) Interpretación del diagrama.

Con Información Cualitativa, si las CAUSAS están expresadas en términos de opiniones o frases (motivación de personal, falta de capacitación, sentido de pertenencia, etc.) se utilizan técnicas especiales como el Diagrama de Afinidad y Diagrama de relaciones.

Con Información Cuantitativa, si las CAUSAS son cuantificables y se pueden recolectar datos, se utilizan procedimientos estadísticos como el Diagrama de Dispersión o el Diagrama de Pareto, para identificar la CAUSA o CAUSAS que más influyen en el problema.

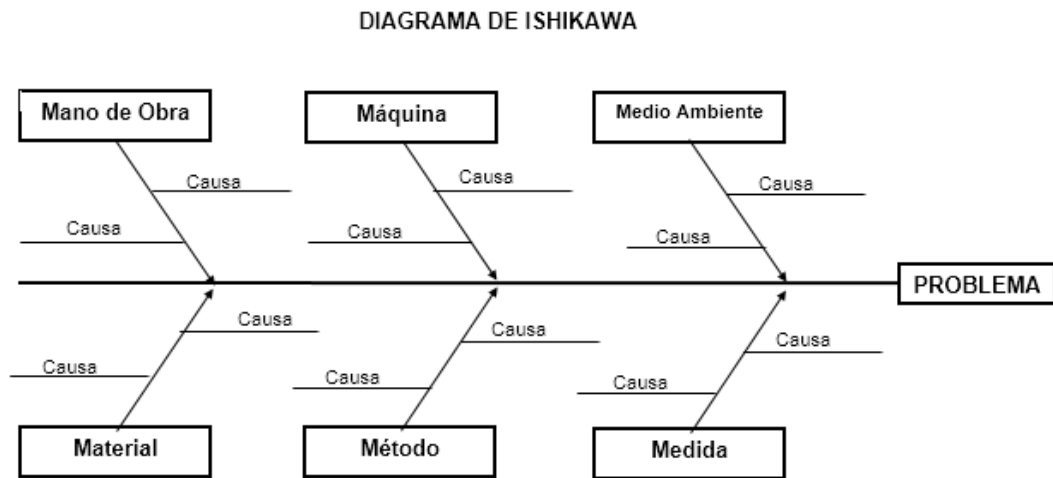


Figura 7. Diagrama de Ishikawa o Diagrama Causa – Efecto.

D) Diagrama de Pareto.

Método empleado para organizar errores, problemas o defectos, con el propósito de ayudar a enfocar esfuerzos que contribuyan a la solución de problemas. Teniendo como base el trabajo de Vilfredo Pareto, que fue popularizado por el economista Joseph Juran, cuando sugirió que el 80% de los problemas de la empresa son resultados solo de un 20% de causas. (Heizer y Render; 2009).

Procedimiento para construir Pareto.

- a) Elaborar una tabla ORDENADA de la información (frecuencia, número de ocurrencias, etc.) de mayor a menor.
- b) Agregar a la tabla ordenada dos columnas, una columna para el PORCENTAJE de FRECUENCIA y la otra columna para el PORCENTAJE ACUMULADO.
- c) Elaborar el Diagrama de Pareto.
- d) Analizar el resultado y seleccionar las causas que influyen en el 80% del problema.
- e) El principio de Pareto afirma que, unos pocos son responsables de la mayor parte de dicho efecto, es decir, hay muchos factores o elementos que no influyen o son poco importantes (triviales, conocidos, etc.); frente a otros factores o elementos que si influyen, afectan o agravan el problema.

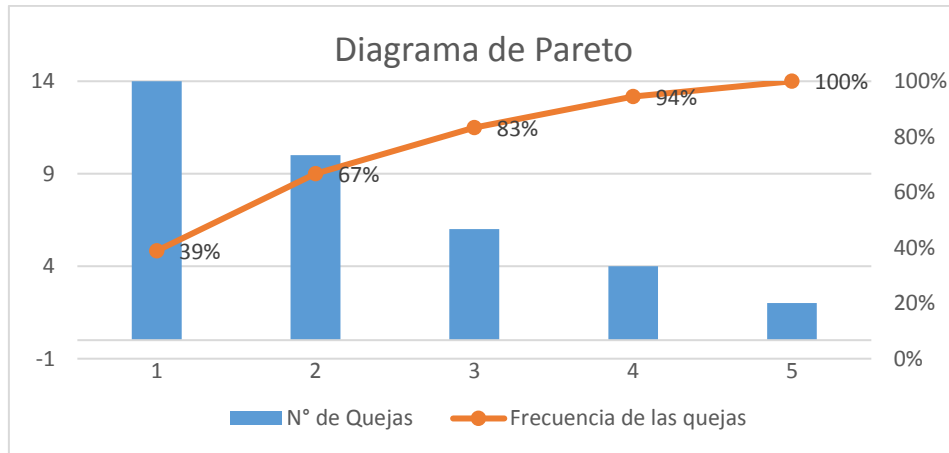


Figura 8. Diagrama de Pareto o también llamado Diagrama 80 - 20.

2.3. Definición de los términos básicos.

Throughput: Es un indicador de la teoría de restricciones el cual determina la velocidad en la que se genera dinero mediante ventas. Por otro lado calcula también el dinero generado por los gastos de operación, estableciendo las utilidades que se generan por las operaciones.

Capacidad de producción: Se define como la cantidad máxima de producción que un sistema es capaz de generar durante un periodo determinado.

Cuello de botella: Se define como aquel recurso cuya capacidad es menor que su demanda, y un cuello de botella también viene a ser una restricción ya que limita la producción del sistema.

Inventario: Se refiere a las existencias de una pieza o recurso que se utilizada en una organización.

Mermas: Se trata de la disminución, algo que se sustrae o se consume, por causa natural, como evaporación, filtración o vertimiento.

Proceso: Es un conjunto de tareas a las que se le somete a los materiales desde el momento que se da la orden de fabricación hasta el momento que se hace entrega del producto al cliente.

Restricción: Es todo aquello que impide el logro de la meta u objetivos de la empresa.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

APLICADA: porque aplica métodos y teorías de investigación cuyo objetivo es dar solución a situaciones o problemas existentes en el área de producción de la empresa.

3.1.2. Diseño de investigación

No experimental: porque no se manipulan las variables, vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en otra variable, lo cual permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro del estudio experimental.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población está conformada por la mano de obra, maquinaria, procesos y documentos de la Embotelladora Wara S.A.C.

3.2.2. Muestra

Está conformada por el área de producción de la empresa:

- Tratamiento del agua.
- Soplado de preformas PET (Tereftalato de Polietileno).
- Etiquetado y desinfectado.
- Preparación y envasado de la bebida.

Muestreo

No probabilístico: porque no se realizó el análisis de manera aleatoria, sino en un área determinada, además se aplicará según el juicio de quienes realizan la investigación.

3.3. Hipótesis.

El diseño de un plan de mejora, basado en la Teoría de Restricciones, contribuirá a incrementar la productividad del factor mano de obra, materiales y equipo en el área de producción de la empresa Wara S.A.C.

3.4. Variables.

Variable dependiente

Productividad en el Área de Producción.

Variable independiente

Plan de Mejora basado en la Teoría de Restricciones.

3.5. Operacionalización

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR	TECNICA	INSTRUMENTO
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	Producción	-Packs producidos/ Mes	-Análisis de documentos.	-Guía de análisis de documentos.
	Mano de obra	-Packs/Hombre -Packs/Hora-Hombre	-Análisis de documentos.	-Guía de análisis de documentos.
	Materiales	-Packs/ Materia prima + Insumos -Packs/ (soles de materia prima + Insumos)	-Análisis de documentos.	-Guía de análisis de documentos.
	Equipo	-Packs/Hora-Maquina	-Análisis de documentos.	-Guía de análisis de documentos.
	Costos Indirectos De Fabricación (CIF)	- Packs/ CIF al mes	-Análisis de documentos.	-Guía de análisis de documentos.
VARIABLE INDEPENDIENTE: PLAN DE MEJORA	Identificar	-Ciclo del sistema. -Producción. -Tiempo base -Tiempo muerto. -Eficiencia de línea.	-Observación directa. -Análisis de documentos.	-Guía de observación. -Guía de análisis de documentos. -Cámara fotográfica y de video.
	Explotar	-Ciclo del sistema. -Producción. -Tiempo base -Tiempo muerto. -Eficiencia de línea.	-Observación directa. -Análisis de documentos.	
	Subordinar	-Variación de ciclo de estaciones que no son restricciones	-Observación directa. -Análisis de documentos.	
	Elevar	-Eficiencia de línea -Velocidad del proceso -tiempo de preparación -tiempo de procesamiento.	-Observación directa. -Análisis de documentos.	

3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.6.1. Métodos de recolección de datos

En esta investigación se recolectó información, la cual permitió realizar un diagnóstico del área de producción de la embotelladora Wara S.A.C., lo cual mediante la aplicación de la Teoría de Restricciones se busca eliminar los cuellos de botella, de tal forma se realizó un plan de mejora para lograr mejorar la productividad de la empresa.

Método deductivo

Mediante este método se puede determinar aquellos elementos esenciales para elaborar un plan de mejora basado en la Teoría de Restricciones y así poder alcanzar los objetivos planteados en la investigación.

Método inductivo

Mediante este método se pudo identificar la problemática que influye en la productividad en el área de producción de la Embotelladora Wara S.A.C.

3.6.2. Técnicas de recolección de datos.

Las técnicas es el conjunto de procedimientos metodológicos y sistemáticos, que utiliza herramientas para recoger información de manera inmediata sobre el objeto que se toma en consideración. La aplicación de una técnica conlleva a la recopilación de datos para obtener información, teniendo que afianzarse en la aplicación de formatos. Los datos obtenidos se procesaron, analizaron e interpretaron, utilizando instrumentos de análisis de datos con el fin de ser utilizados dentro de los límites de nuestra investigación; a continuación, se describe las técnicas que se utilizaron en la investigación:

Análisis de documentos. Son la colección de registros de datos relacionados con las operaciones de la organización, que están organizados de una manera específica para ser analizados mediante indicadores donde se aprecia el rendimiento de sus operaciones.

Observación directa. - Consiste en visualizar mediante la vista en forma sistemática los hechos, fenómenos o situaciones, que ocurren en la línea de

producción, que están en función a los objetivos de investigación. Los instrumentos utilizados serán libreta, lapicero, cámara fotográfica y de video.

3.6.3. Instrumentos de recolección de datos.

Guía de análisis de documentos. En nuestra investigación se hará uso de un formato (ver en anexos), el cual servirá para la recolección de datos, obtenidos al analizar los documentos de interés que posee la empresa en su colección de registros de información relacionados con las operaciones de la organización, que están organizados de una manera específica para ser analizados mediante indicadores donde se aprecia el rendimiento de sus operaciones.

Guía de observación: Es un formato (ver en anexos), que sirvió para tomar apuntes de como desarrollaba actualmente sus operaciones la Embotelladora en el área de producción, y así también anotar las deficiencias que existían en las diferentes estaciones de trabajo, lo que nos sirvió para el diagnóstico de la situación actual e identificar los problemas del área.

Cámara Fotográfica y de Video. Son instrumentos que se utilizaron para registrar evidencias de las operaciones realizadas en el área de trabajo. Nos permitirá proyectar imágenes de los hechos realizados en la presente investigación.

3.7. Procedimiento para la recolección de datos.

A) Procedimiento de las técnicas de recolección de datos

Análisis de documentos. - Primeramente, se solicitará la documentación donde se encuentran registrados los datos de operación y la información de datos históricos de la empresa; para analizarlos y poder registrar los datos relevantes para el cálculo de la productividad actual de los diferentes factores productivos (Hombre, Materiales y Equipos).

Observación directa. - se realizó mediante la observación visual del proceso productivo en el área de producción, mediante la utilización de instrumentos como son: libreta, lapicero, cámara fotográfica y de video.

B) Procedimiento de los instrumentos de recolección de datos

Guía de análisis de documentos: Es un formato (ver en anexos), el cual está encabezado por la descripción de las características del documento, luego contiene cuatro filas y n columnas de acuerdo con los documentos analizados, en dicha guía se hace apunte de la información relevante, que se toma del análisis de documentos.

Factor Hombre. Se registró datos como número de packs obtenidos por cada lote de producción, número de personas que participan en dicha producción, el número de Horas-Hombre utilizadas en la producción y el dinero invertido en salario de los trabajadores para la producción.

Factor Material. Datos del número de packs obtenidos por cada lote de producción, la cantidad en litros que conforma un lote de producción, costo en soles del tratamiento del agua, los costos de los insumos en soles para producir dicho lote.

Factor equipos. Nota del número de packs obtenidos por cada lote de producción, el número de packs que son llenados por la máquina llenadora, el número de packs de botellas vacías que se sopla, el número de Horas-Máquina que se utilizan y el costo de la energía consumida por cada máquina.

Guía de observación. Utilizaremos una hoja para tomar nota de datos relevantes de cada una de las actividades que se realizan durante el proceso productivo, así como también anotar cuáles podrían ser las posibles deficiencias que existan en las diferentes estaciones de trabajo para tomarlas en cuenta y posteriormente analizarlas. La guía de observación es un formato (ver en anexos) donde se encabeza con una descripción de las características del documento, asimismo está compuesta por ocho filas y n columnas de acuerdo con las actividades que sean pertinentes para recabar información útil a la investigación.

Cámara Fotográfica y de Video. Se utilizará una cámara fotográfica y de video para registrar evidencias (fotos y videos) del proceso productivo, de lo que sucede durante la determinación de la capacidad Máxima del cuello de botella, también nos ayudará a realizar un análisis más minucioso del proceso productivo, lo cual nos facilitará para detectar la nueva restricción.

3.8. Análisis estadístico e interpretación de los datos.

La recolección, procesamiento, análisis y evaluación de datos se realizó mediante el uso de Microsoft Excel, Microsoft Project y Microsoft Word; lo cual se presentará de acuerdo con los lineamientos de uso como descriptivos, cuadros, tablas y gráficos, luego del análisis se interpretará y comparará los datos actuales con los estudiados, para elaborar las conclusiones y recomendaciones.

3.9. Principios éticos.

Los criterios éticos que se tomarán en cuenta en el desarrollo de la investigación son:

Objetividad: Para el análisis de la situación encontrada de la empresa se utilizó criterios técnicos e imparciales, que ayudaron a la precisión de los datos.

Originalidad: La información que se ha utilizado en la investigación fue citada según el estilo APA, con la finalidad de demostrar la inexistencia de plagio.

Relevancia: Permitió verificar si dentro de la investigación hubo correspondencia entre la justificación y los resultados obtenidos en el proceso investigativo.

3.10. Criterios de rigor científico.

Confiabilidad: Se hicieron cálculos pertinentes que garanticen la consistencia de los resultados obtenidos con los instrumentos de recolección de datos utilizados.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

4.1. Análisis de la Situación Actual.

4.1.1. La empresa.

La Embotelladora “Wara S.A.C.” Constituida en el año 2015, es una empresa joven que ha logrado consolidarse en gran parte del mercado del norte del país. Su actividad económica a la que se dedica es la Producción de bebidas no alcohólicas, producción de aguas minerales y otras aguas embotelladas, teniendo como Materia Prima el Agua tratada; como insumos los concentrados de frutas, conservantes, esencias, otros; la empresa cuenta con una sola planta de producción donde se elaboran sus productos como son BUM, TRIFRUT, JUGOSOS, BAMBINO. La maquinaria con la que cuenta la empresa en su planta de producción es una llenadora lineal, dos marmitas, un horno termocontraíble, una sopladora de preformas y purificador de agua.

4.1.1.1. Productos.

Bum: Es una bebida cítrica la cual cuenta con dos presentaciones de 270ml y de 450ml de dos sabores (granadilla, maracuyá y piña; naranja mandarina y limón).

Trifrut: Es una bebida cítrica que viene en una presentación de 550ml y en dos sabores (granadilla, maracuyá y piña, naranja, mandarina y limón).

Jugosos: Es un néctar con sabor a durazno y viene en una presentación de 320ml.

Bambino: Es una bebida cítrica que se produce en una sola presentación que es de 500ml y dos sabores (granadilla, maracuyá y piña; naranja mandarina y limón).

4.1.1.2. Insumos y Materiales.

Materiales.

Preformas de tereftalato de polietileno (PET), tapas plásticas, etiquetas.

Insumos.

Agua tratada; concentrado de granadilla, maracuyá y piña; Concentrado de naranja, mandarina y limón; esencia de durazno; azúcar blanca industrial; goma xantan; Enturbiantes; Ácido cítrico (acidulante); Benzoato de sodio (Conservante); Sorbato

de potasio (Conservante); Colorantes (verde/naranja); Edulcorante; Benzoato de sodio. (Conservante).

4.1.1.3. Equipos que se utilizan en el proceso

Embotelladora Wara S.A.C. cuenta con una serie de máquinas que utiliza en su elaboración de bebidas:

Estación de preparación de la bebida



Figura 9: Marmitas

En la estación de preparación es donde realizan las labores de mezcla de los insumos con el agua para obtener la bebida elaborada, esta estación cuenta con dos marmitas con capacidad de 1200 litros cada una.

Estación de llenado



Figura 10: Máquina llenadora e intercambiador de calor.

En la estación de llenado la bebida ingresa primero por el intercambiador de calor, luego pasa a la máquina llenadora la cual cuenta con 8 inyectores mediante los cuales son llenadas las botellas, para luego pasar a la estación de tapado.

Estación de tapado



Figura 11: Estación de tapado.

La estación de tapado está conformada por dos personas, de las cuales una es la encargada de colocar las tapas en el pico de la botella y la otra mediante una boquilla tapadora manual neumático se encarga de tapar las botellas que luego van a parar en la estación de empacado.

Estación de empaclado



Figura 12: Empacado de botellas.

En la estación de empaclado se colocan las botellas dentro de una manga termocontraíble, para luego pasar por el horno termocontraíble (túnel termocontraíble).



Figura 13: Horno Termocontraíble.

El horno termocontraíble (túnel termocontraíble), es una máquina que trabaja a alta temperatura, es allí donde se contrae la manga plástica para evitar que las botellas del pack se dispersen.

4.1.2. Proceso de Producción.

Pesado: consiste en cuantificar la materia prima que entra al proceso para determinar el rendimiento.

Estandarización: consiste en lograr que el producto llegue al grado brix y pH deseado, siendo las condiciones óptimas las siguientes:

Citrus punch

- °Brix: 12.5 – 13
- pH: 3.5

Néctar Jugosos.

- °Brix: 13 – 18
- pH: 3.5 – 3.8

Homogenización: consiste en mezclar todos los insumos utilizados para así poder obtener un producto libre de grumos. Se realiza en un tanque (Marmita) de 1200 L de capacidad con agitación constante.

Pasteurización: se realiza para eliminar los agentes patógenos que pueda contener el producto, mediante dos intercambiadores de calor: un calentador para obtener una temperatura de 80° C y un enfriador el cual disminuye la T° de la mezcla hasta 45 °C.

Envasado: esta etapa consiste en llenar el producto en envases de PET (Tereftalato de Polietileno) y estos son tapados mediante un tapador manual.

Empacado: se utiliza manga termocontraíble en la cual se coloca 12 ó 24 botellas (según el Producto) para formar el paquete que luego pasa por un horno termocontraíble (T=320 °C Aprox.) para darle consistencia.

Almacenado: se realiza en parihuelas a temperatura ambiente.

4.1.3. Sistema de Producción.

Respecto al sistema productivo, es un sistema de producción por lotes, también se le denomina producción discontinua porque su proceso se interrumpe debido a que se efectúan una serie de operaciones a cada lote de producción, puesto a que se producen productos distintos con cantidades limitadas a lo que se le denomina lote de producción.

4.1.4. Análisis para el proceso de Producción.

4.1.4.1. Diagrama de Operaciones de Proceso.

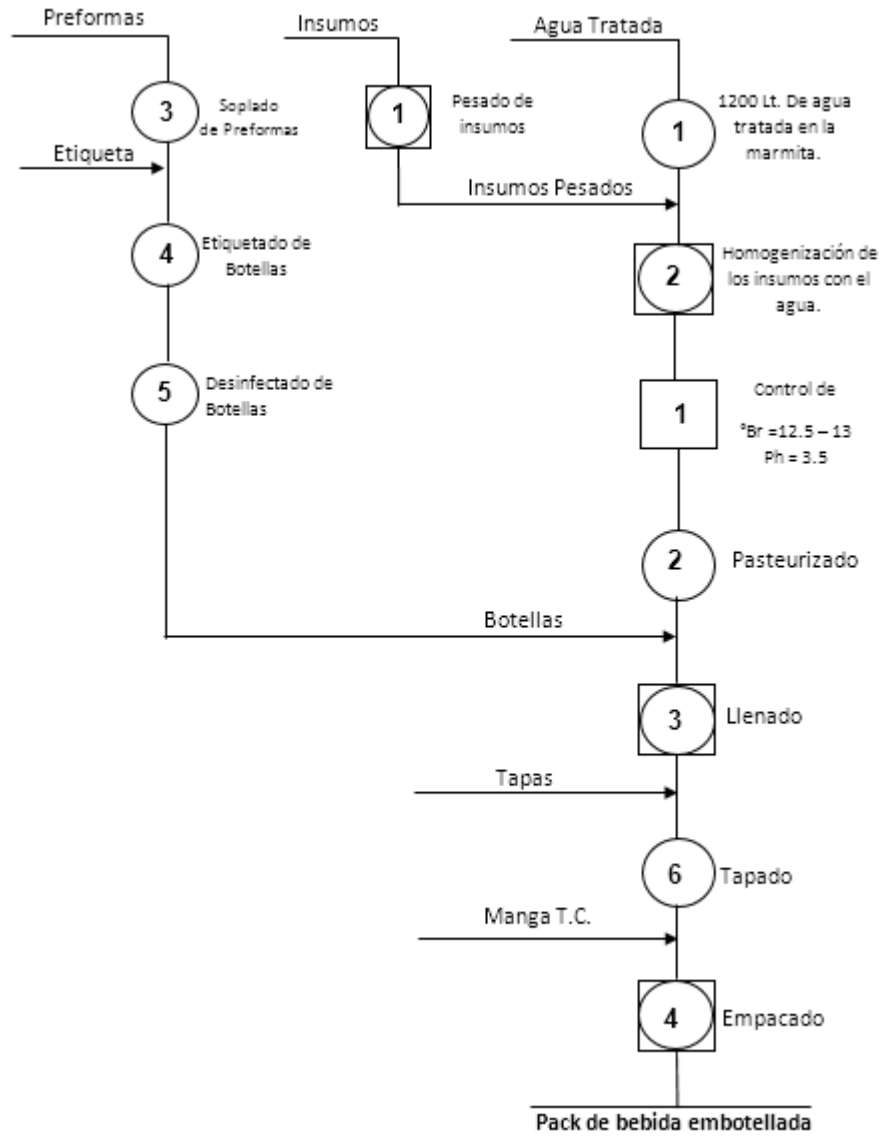


Figura 14. Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP).

Tabla 1: Resumen del Diagrama de Operaciones de Proceso

Actividad	Símbolo	Cantidad
Operación	○	6
Inspección	□	1
Operación-Inspección	◻	4
Total		11

En la *Tabla 1*, se muestran todas las actividades necesarias para la elaboración de las bebidas embotelladas (citrus punch y néctar), como se aprecia en el cuadro se tiene un total de 11 actividades, de las cuales 6 son operaciones, 1 inspección y 4 operación – inspección.

4.1.4.2. Diagrama de Análisis de Procesos (DAP).

Tabla 2: Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) del producto BUM de 270 ml.

Diagrama N°: 1		Hoja N°: 1		RESUMEN					
Objeto: Bum 270 ml.	Actividad	Actual	t (min)	d (m)					
	Operación	2	0.401						
	Inspección	1	0.0031						
Actividad: Elaboración y envasado de bebidas	Almacenamiento	1	0						
	Desplazamiento	1	0.2	6.6					
	Demora	0	0						
Método: Actual	Operación/Inspección	4	0.842						
Fecha:	Total	9	1.45	6.6					
DESCRIPCIÓN	d(m)	T(min)	○	□	▽	⇒	D	⊗	Observación
<i>Llenado del tanque 1200Lt.</i>		0.083						●	1 Obrero
<i>Homogenización de los insumos</i>		0.056						●	
<i>Control de °Brix. Y PH.</i>		0.0031						●	
<i>Pasteurización</i>		0.0106	●						
<i>Llenado</i>		0.37						●	1 Obrero
<i>Tapado</i>		0.39	●						2 Obreros
<i>Empacado</i>		0.33						●	2 Obreros
<i>Llevar al almacén</i>	6.6	0.2						●	1 Obrero
<i>Almacenamiento</i>								●	1 Obrero

En la *Tabla 2*, se muestran las 09 actividades necesarias para elaborar un pack de BUM que contiene 24 botellas con capacidad de 270 ml., compuestas por 2 operaciones, 1 inspección, la combinación de estas dos anteriores hacen un total

de 4 actividades, 1 transporte, y 1 actividad de almacenamiento, en este caso no se producen demoras. Todas estas actividades se realizan en un tiempo de 1.45 minutos.

Tabla 3: Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) del producto BUM de 450 ml.

		Operario/material/equipo							
Diagrama N°: 2 Hoja N°: 1		RESUMEN							
Objeto: BUM 450 ml		Actividad	Actual	t (min)	d (m)				
		Operación	2	0.2792					
		Inspección	1	0.0027					
Actividad: Elaboración y envasado de bebidas		Almacenamiento	1	0					
		Desplazamiento	1	0.2	6.6				
		Demora	0	0					
Método: Actual		Operación/Inspección	4	0.6191					
Fecha:		Total	9	1.101	6.6				
DESCRIPCIÓN	d(m)	T(min)	○	□	▽	⇒	D	⊗	Observación
<i>Llenado del tanque 1200Lt.</i>		0.0707						●	1 Obrero
<i>Homogenización de los insumos</i>		0.0484						●	
<i>Control de *Brix. Y PH.</i>		0.0027						●	
<i>Pasteurización</i>		0.0092	●						
<i>Llenado</i>		0.25						●	1 Obrero
<i>Tapado</i>		0.27	●						2 Obreros
<i>Empacado</i>		0.25						●	2 Obreros
<i>Llevar al almacén</i>	6.6	0.2						●	1 Obrero
<i>Almacenamiento</i>								●	1 Obrero

En la Tabla 3, se muestran la distancia que existe para llevar el producto terminado a almacén y los tiempos necesarios para elaborar un pack de BUM, como se aprecia en la parte inicial el resumen se tiene un total de 09 actividades, compuestas por 2 operaciones, 1 inspección, 4 operación-inspección, 1 transporte, y 1 actividad de almacenamiento, en este caso no se producen demoras. Todas

estas actividades se realizan en un tiempo de 1.101 minutos para producir un pack que contiene 12 botellas de 450 mililitros cada una.

Tabla 4: Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) del producto TRIFRUT de 550 ml.

Diagrama N°: 3 Hoja N°: 1				RESUMEN					
Objeto: TRIFRUT 550 ml				Actividad	Actual	t (min)	d (m)		
				Operación	2	0.351			
Actividad: Elaboración y envasado de bebidas				Inspección	1	0.003			
				Almacenamiento	1	0			
Método: Actual				Desplazamiento	1	0.2	6.6		
				Demora	0	0			
Fecha:				Operación/Inspección	4	0.696			
				Total	9	1.25	6.6		
DESCRIPCIÓN	d(m)	t(min)	○	□	▽	⇒	D	⊗	Observación
Llenado del tanque 1200Lt.		0.087						●	1 Obrero
Homogenización de los insumos		0.059						●	
Control de *Brix. Y PH.		0.003		●					
Pasteurización		0.011	●						
Llenado		0.3						●	1 Obrero
Tapado		0.34	●						2 Obreros
Empacado		0.25						●	2 Obreros
Llevar al almacén	6.6	0.2				●			1 Obrero
Almacenamiento					●				1 Obrero

La Tabla 4, muestra las actividades que se requiere para elaborar un pack de TRIFRUT que contiene 12 botellas con una capacidad de 550 mililitros cada una, como se puede apreciar en el cuadro resumen se tiene un total de 09 actividades. Todas estas actividades se realizan en un tiempo de 1.25 minutos.

Tabla 5: Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) del producto JUGOSOS de 320 ml.

Diagrama N°: 4 Hoja N°: 1		RESUMEN							
Objeto: Jugosos 320 ml	Actividad	Actual	t (min)	d (m)					
	Operación	2	0.238						
	Inspección	1	0.002						
Actividad: Elaboración y envasado de bebidas	Almacenamiento	1	0						
	Desplazamiento	1	0.2	6.6					
	Demora	0	0						
Método: Actual	Operación/Inspección	4	0.488						
Fecha:	Total	9	0.928	6.6					
DESCRIPCIÓN	d(m)	T(min)	○	□	▽	⇒	D	⊗	Observación
<i>Llenado del tanque 1200Lt.</i>		<i>0.058</i>							1 Obrero
<i>Homogenización de los insumos</i>		<i>0.040</i>							
<i>Control de *Brix. Y PH.</i>		<i>0.002</i>							
<i>Pasteurización</i>		<i>0.008</i>							
<i>Llenado</i>		<i>0.19</i>							1 Obrero
<i>Tapado</i>		<i>0.23</i>							2 Obreros
<i>Empacado</i>		<i>0.2</i>							2 Obreros
<i>Llevar al almacén</i>	6.6	<i>0.2</i>							1 Obrero
<i>Almacenamiento</i>									1 Obrero

La Tabla 5, muestra las 9 actividades que se requiere para elaborar un pack de JUGOSOS que contiene 12 botellas de 320 mililitros cada una, como se puede apreciar en el cuadro resumen el total de las actividades se realizan en un tiempo de 0.928 minutos.

Tabla 6: Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) del producto BAMBINO de 500 ml.

Diagrama N°: 5 Hoja N°: 1				RESUMEN					
Objeto: BAMBINO 500ml				Actividad	Actual	t (min)	d (m)		
				Operación	2	0.3008			
				Inspección	1	0.0027			
Actividad: Elaboración y envasado de bebidas				Almacenamiento	1	0			
				Desplazamiento	1	0.2	6.6		
				Demora	0	0			
Método: Actual				Operación/Inspección	4	0.635			
Fecha:				Total	9	1.138	6.6		
DESCRIPCIÓN	d(m)	t(min)	○	□	▽	⇒	D	⊗	Observación
<i>Llenado del tanque 1200Lt.</i>		0.083							1 Obrero
<i>Homogenización de los insumos</i>		0.056							
<i>Control de *Brix. Y PH.</i>		0.0031							
<i>Pasteurización</i>		0.0106							
<i>Llenado</i>		0.25							
<i>Tapado</i>		0.29							
<i>Empacado</i>		0.25							
<i>Llevar al almacén</i>	6.6	0.2							
<i>Almacenado</i>									

La Tabla 6, muestra las 9 actividades que se requiere para elaborar un pack de BAMBINO que contiene 12 botellas de 500 mililitros cada una, como se observa en el cuadro resumen el total de las actividades se realizan en un tiempo de 1.138 minutos.

4.2. Resultados en tablas y gráficos.

4.2.1. PRODUCTIVIDAD ACTUAL

4.2.1.1. Producción

Tabla 7: Producción Mensual Actual en Packs

PRODUCTO	N° DE PACKS PRODUCIDOS AL MES						PROMEDIO
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	
Bum (270 ml)	5858	4922	5908	5233	6150	5900	5662
Bum (450 ml)	6307	4318	2753	3821	4435	8370	5001
Trifrut (550 ml)	1865	4014	1246	690	2431	1915	2027
Jugosos (320 ml)	8835	9242	4358	10089	8621	9679	8471
Bambino (500 ml)	2645	2379	3515	1781	2094	1286	2283

Descripción

En la *Tabla 7*, se muestran los resultados de la producción efectiva expresados en número de packs producidos al mes, desde el mes de abril hasta el mes de septiembre del presente año, de los cuales se ha obtenido un promedio de producción mensual. La información se ha obtenido con los instrumentos establecidos en la operacionalización y analizando los registros de producción que nos ha brindó en la empresa.

Tabla 8: Demanda Mensual Expresada en Packs.

PRODUCTO	DEMANDA MENSUAL (Packs/mes)						PROMEDIO
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	
Bum (270 ml)	6873	6847	7412	6976	7925	7835	7311
Bum (450 ml)	6307	5671	5958	6126	6064	8394	6420
Trifrut (550 ml)	2462	4574	2785	1794	2749	2836	2867
Jugosos (320 ml)	13 201	12084	11837	14003	11538	14162	12725
Bambino (500 ml)	3057	2413	4285	3106	2652	3071	3097

Descripción

En la *Tabla 8*, se muestran los resultados de los pedidos que ha obtenido el área de ventas expresados en número de packs/mes de acuerdo con el formato de producto desde el mes de abril hasta el mes de septiembre del presente año, de los cuales hemos obtenido un promedio de pedidos mensual. La información se ha

obtenido con los instrumentos establecidos en la operacionalización y analizando los registros de pedidos mensuales del área de ventas que se nos ha brindado en la empresa.

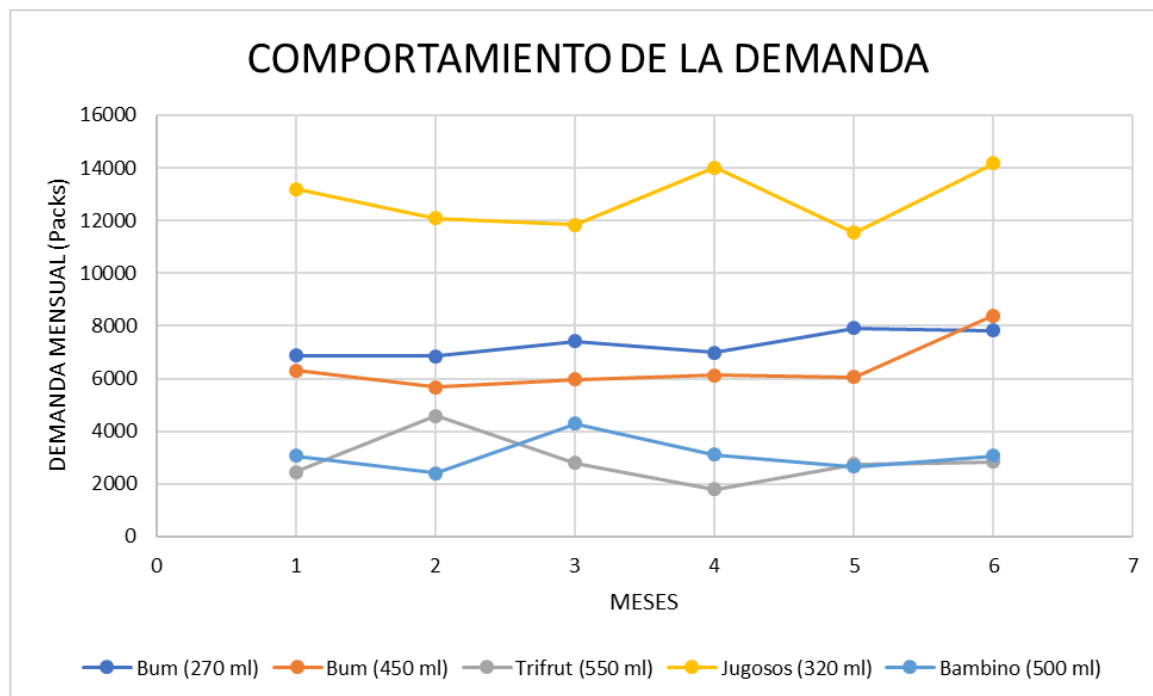


Figura 15: Comportamiento de la demanda mensual por producto.

Descripción

La Figura 15 muestra el comportamiento de la demanda de cada uno de los cinco productos que produce la empresa, correspondiente a los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto y setiembre; obtenidos de acuerdo a la información de la demanda mensual de la tabla 8.

Tabla 9: Número de Packs Incumplidos al Mes.

PRODUCTO	N° DE PACKS INCUMPLIDOS/MES		
	Producción/mes	Packs Pedidos/mes	Packs incumplidos/mes
Bum (270 ml)	5662	7311	1649
Bum (450 ml)	5001	6420	1419
Trifrut (550 ml)	2027	2867	840
Jugosos (320 ml)	8471	12725	4254
Bambino (500 ml)	2283	3097	814

Descripción

En la Tabla 9 se puede apreciar el número de packs incumplidos al mes de cada producto, datos obtenidos de la resta de la demanda mensual de cada producto

menos la producción mensual de cada producto obtenidos en las Tablas 7 y 8 respectivamente.

Tabla 10: *Producción Mensual Actual En Lotes*

PRODUCTO	N° DE LOTES PRODUCIDOS AL MES						PROMEDIO
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	
Bum (270 ml)	32	28	32	29	35	33	32
Bum (450 ml)	30	20	13	18	21	39	24
Trifrut (550 ml)	11	23.5	7	4	14	11	12
Jugosos (320 ml)	30	30	14.5	33.5	29	32	28
Bambino (500 ml)	14	13	19	10	11	7	12

Descripción

La *Tabla 10* muestra los resultados de la producción expresados en número de lotes producidos al mes de acuerdo con el formato de producto desde el mes de abril hasta el mes de septiembre del presente año, de los cuales hemos obtenido un promedio de producción mensual en lotes. Los datos obtenidos son el resultado de un análisis realizado en los registros de producción de la embotelladora Wara S.A.C.

Tabla 11: *Número Promedio de Packs Producidos por Lote de Producción para cada Producto*

PRODUCTO	N° de packs producidos por cada lote de producción						PROMEDIO
	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	
Bum (270 ml)	183	176	185	180	176	179	180
Bum (450 ml)	210	216	212	212	211	215	213
Trifrut (550 ml)	170	171	178	173	174	174	173
Jugosos (320 ml)	295	308	301	301	297	302	301
Bambino (500 ml)	189	183	185	178	190	184	185

Descripción

En la *Tabla 11* los resultados de la producción expresados en número de packs producidos por lote de producción de acuerdo con el formato de producto desde el mes de abril hasta el mes de septiembre del presente año, de los cuales hemos obtenido un promedio de packs producidos por cada lote de producción. Los datos han sido obtenidos del análisis de la *Tabla 1* y la *Tabla 2*.

4.2.1.2. Productividad factor mano de obra.

Tabla 12: Cantidad de Packs Producidos por cada Operario al Mes

PRODUCTO	N° de Packs/Operario al Mes		
	N° de Packs/Mes	N° de Operarios	N° de Packs/Operario
Bum (270 ml)	5662	8	708
Bum (450 ml)	5001	8	625
Trifrut (550 ml)	2027	8	253
Jugosos (320 ml)	8471	8	1059
Bambino (500 ml)	2283	8	285

Descripción

La *Tabla 12* muestra los resultados del número de packs que produce cada operario al mes de acuerdo con el formato de producto. Los datos han sido obtenidos del análisis de la *Tabla 1* y datos obtenidos del registro del personal de producción de la empresa.

N° de h-H utilizadas por mes.

Tabla 13: Horas-Hombre Utilizadas en un Mes.

h-H utilizadas/mes	
Días trabajados/mes	26
N° de trabajadores	8
N° de horas trabajadas/día	9
N° h-H/mes	1872

La *Tabla 13* presenta el total de horas-Hombre utilizadas al mes.

Tabla 14: Asignación de h-H utilizadas al Mes según la Participación de cada Producto en la Producción mensual.

PRODUCTO	h-H utilizadas/mes		
	N° de lotes/mes	Porcentaje de Participación	h-H asignadas a cada producto/mes
Bum (270 ml)	32	29.4%	549.82
Bum (450 ml)	24	21.9%	410.18
Trifrut (550 ml)	12	11.0%	205.09
Jugosos (320 ml)	28	26.3%	491.64
Bambino (500 ml)	12	11.5%	215.27
TOTAL	107		1872

Descripción

La Tabla 14 muestra las hora-hombre utilizadas por cada producto, para ello se ha sumado el número de lotes/mes y luego se ha dividido el número de lotes de cada producto entre el total de lotes para obtener el porcentaje de participación, posteriormente se multiplicó el porcentaje de participación por el número total de h-H/mes que se halló en la *Tabla 13*.

Tabla 15: Cantidad de Packs que se Producen por cada hora-Hombre Empleada en la Producción

PRODUCTO	Packs producidos por h-H		
	<i>N° de Packs/Mes</i>	<i>h-H asignadas a cada producto/mes</i>	<i>Packs/h-H</i>
Bum (270 ml)	5662	549.82	10.30
Bum (450 ml)	5001	410.18	12.19
Trifrut (550 ml)	2027	205.09	9.88
Jugosos (320 ml)	8471	491.64	17.23
Bambino (500 ml)	2283	215.27	10.61

Descripción

La *Tabla 15* muestra los resultados del número de packs por cada hora-hombre que se trabaja, para ello se ha dividido el número de packs/mes entre las h-H asignadas a cada producto/mes obtenidas de la *Tabla 14*.

Tabla 16: Cantidad de Packs que se fabrican por cada Sol que se Invierte en Mano de Obra

PRODUCTO	Packs por cada sol de M.O.			
	<i>N° de Packs/Mes</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>S/. M.O./Producto al mes</i>	<i>N° de Packs/sol de M.O.</i>
Bum (270 ml)	5662	24%	S/. 1,683.6	3.36
Bum (450 ml)	5001	21%	S/. 1,487.0	3.36
Trifrut (550 ml)	2027	9%	S/. 602.7	3.36
Jugosos (320 ml)	8471	36%	S/. 2,518.9	3.36
Bambino (500 ml)	2283	10%	S/. 679.0	3.36
TOTAL	23443	100%	S/. 6,971.3	3.36

Descripción

En la Tabla 16 se aprecia el número de packs por cada sol de mano de obra utilizada en la producción de cada producto por lo que hemos dividido el número de packs/mes entre S/. MO/producto al mes, para lo cual anteriormente hemos calculado del porcentaje de participación de cada producto en el total de la producción, luego para obtener el costo de mano de obra por producto al mes hemos multiplicado el porcentaje de cada producto por el total del costo de mano de obra/mes.

4.2.1.3. Productividad del factor materiales

Tabla 17: *Cantidad de Materia Prima más Insumos que se Utiliza para la Producción mensual según cada Producto.*

PRODUCTO	Cantidad de materia prima + insumos/por mes		
	N° de Lotes/mes	Tamaño de lote (litros)	Litros de materia prima/mes
Bum (270 ml)	32	1200	37800
Bum (450 ml)	24	1200	28200
Trifrut (550 ml)	12	1200	14100
Jugosos (320 ml)	28	1200	33800
Bambino (500 ml)	12	1200	14800
		TOTAL	128700

Descripción

La Tabla 17 nos muestra la cantidad de materia prima más insumos utilizados en un mes. Para hallar ello, se ha multiplicado el número de lotes que se produce de cada producto obtenido de la *Tabla 2* por los 1200 litros de materia prima más insumos que corresponde a un lote de producción, este último dato obtenido de registro de producción de la embotelladora Wara S.A.C.

Tabla 18: *Cantidad de packs obtenidos por cada litro de materia prima más insumos.*

PRODUCTO	Packs/Litro de Materia prima más insumos		
	Packs/Lote de producción	Tamaño de lote (litros)	Packs/litro de MP más insumos
Bum (270 ml)	180	1200	0.150
Bum (450 ml)	213	1200	0.177
Trifrut (550 ml)	172	1200	0.144
Jugosos (320 ml)	301	1200	0.251
Bambino (500 ml)	185	1200	0.154

Descripción

En la *Tabla 18* podemos apreciar la cantidad de packs producidos por cada Litro de materia prima más insumos utilizados. Para hallar ello, se ha dividido el número de packs obtenidos por cada lote de producción de la *Tabla 11*, entre la cantidad de litros de materia prima más insumos que corresponden a un lote de producción, estos últimos obtenidos de la *Tabla 17*.

Tabla 19: Número de Packs Producidos por cada sol de inversión en materia prima más insumos utilizados según cada Producto

PRODUCTO	Packs/Cada sol de M.P. + insumos				Packs/sol de M.P.
	N° de Packs/Mes	N° de Lotes/mes	Costo MP/lote	Costo MP/Mes	
Bum (270 ml)	5662	32	S/. 1,109.52	S/. 34,950.01	0.16
Bum (450 ml)	5001	24	S/. 758.18	S/. 17,817.23	0.28
Trifrut (550 ml)	2027	12	S/. 731.83	S/. 8,598.98	0.24
Jugosos (320 ml)	8471	28	S/. 1,012.21	S/. 28,510.58	0.30
Bambino (500 ml)	2283	12	S/. 698.42	S/. 8,613.90	0.27

Descripción

La *Tabla 19* se presenta el número de packs por cada sol de materia prima utilizada, el cual se ha obtenido de la división del N° de packs/mes entre el costo de MP/mes, de tal manera que para encontrar el costo de materia prima/mes se ha multiplicado el costo de materia prima/lote por el número de lotes producidos/mes, obtenidos de la base de datos de producción de la empresa.

Tabla 20: Cantidad de mermas que se generan mensualmente según los productos que se producen

PRODUCTO	CANTIDAD DE MERMAS / MES									
	Tamaño de Lote (lt)	N° Lotes/Mes	N° de Packs/Mes	N° de Botellas/Packs	Capacidad/ botella (lt)	Total de Litros Aprovechados/Mes	Cantidad de litros empleados/ Mes	Mermas/ Mes (lt)	Nivel de Aprovechamiento/Mes (%)	Porcentaje de Mermas/ mes
Bum (270 ml)	1200	32	5662	24	0.270	36688.7	37800	1111.3	97.1%	2.9%
Bum (450 ml)	1200	24	5001	12	0.450	27003.6	28200	1196.4	95.8%	4.2%
Trifrut (550 ml)	1200	12	2027	12	0.550	13377.1	14100	722.9	94.9%	5.1%
Jugosos (320 ml)	1200	28	8471	12	0.320	32527.4	33800	1272.6	96.2%	3.8%
Bambino (500 ml)	1200	12	2283	12	0.500	13700.0	14800	1100.0	92.6%	7.4%

Descripción

La *Tabla 20* muestra la cantidad de mermas por mes tanto en litros de materia prima como el nivel de porcentaje, por otro lado, el nivel de aprovechamiento de la materia prima e insumos en litros y porcentaje, también la cantidad de litros real que se utilizan para la obtención de producto terminado, esto se encontró con los datos de producción de packs por mes, así como el número de lotes por mes.

Tabla 21: *Pérdidas económicas mensuales que generan las mermas*

PRODUCTO	PÉRDIDAS ECONÓMICAS/MES						Pérdidas
	Mermas/Mes (lt)	Precio de venta /Pack	Capacidad/botella (lt)	N° de Botellas/Packs	Botellas Perdidas/Mes	Packs Perdidos/Mes	
Bum (270 ml)	1111.3	S/. 9.0	0.270	24	4116.0	171.5	S/. 1,543.50
Bum (450 ml)	1196.4	S/. 7.0	0.450	12	2658.7	221.6	S/. 1,550.89
Trifrut (550 ml)	722.9	S/. 8.5	0.550	12	1314.4	109.5	S/. 931.01
Jugosos (320 ml)	1272.6	S/. 6.8	0.320	12	3977.0	331.4	S/. 2,253.63
Bambino (500 ml)	1100.0	S/. 7.5	0.500	12	2200.0	183.3	S/. 1,375.00
						TOTAL	S/. 7,654.03

Descripción

La *Tabla 21* presenta las pérdidas económicas ocasionadas por las mermas de materia prima, esto se calcula con los datos de la *Tabla 20*, dividiendo la cantidad de mermas en litros entre la capacidad/botella, luego se divide el número de botellas perdidas entre el número de botellas por pack para luego multiplicar la cantidad de packs perdidos por el precio de venta por pack de cada producto.

4.2.1.4. Productividad factor equipo

Tabla 22: *Número de botellas por minuto producidas por cada máquina.*

DESCRIPCIÓN	Producción de cada máquina en Botellas/min				
	Bum (270ml)	Bum (450ml)	Trifrut (550ml)	Jugosos (320ml)	Bambino (500ml)
Llenadora	64	48	40	64	48
Tapado	62	44	35	52	41
Horno TC	72	48	48	60	48
unides/pack	24	12	12	12	12

Descripción

En la *Tabla 22* se aprecia el número de botellas producidas por minuto en la máquina llenadora, la tapadora manual y el horno termocontraible; datos obtenidos de la información proporcionada por la empresa.

Tabla 23: *Cantidad de Packs Producidos por cada Hora - Máquina según el producto.*

PRODUCTO	N° de packs por h-m		
	Packs/min	min/hora	Packs/h-m
Bum (270 ml)	2.7	60	160.00
Bum (450 ml)	4.0	60	240.00
Trifrut (550 ml)	3.3	60	200.00
Jugosos (320 ml)	5.3	60	320.00
Bambino (500 ml)	4.0	60	240.00

Descripción

La *Tabla 23* presenta la cantidad de packs fabricados por cada hora - máquina, para obtener dicho resultado, se ha calculado la cantidad de packs producidos por minuto en cada máquina dividiendo la cantidad de botellas producidas por minuto entre el número de botellas que contiene un pack de la tabla 22, luego para obtener el número de packs por hora-máquina se multiplicó los packs/minuto por los minutos/hora de la presente tabla.

4.2.1.5. Costos Indirectos de Fabricación

Tabla 24: *Costos Indirectos de Fabricación mensuales*

CIF/mes					Total		
Energía Eléct.		Mantenimiento		Depreciación			
S/.	4,355.54	S/.	1,065.80	S/.	950.28	S/.	6,371.62

Descripción

La *Tabla 24* muestra los CIF al mes, obtenidos de la suma de los costos de Energía Eléctrica, Mantenimiento, y depreciación de maquinaria utilizada en producción.

Tabla 25: Costos Indirectos de Fabricación por cada Pack que se fabrica según el producto.

PRODUCTO	Packs producidos al mes / CIF				
	N° de Packs/Mes	Porcentaje	S/.	CIF/Producto	Packs/CIF
Bum (270 ml)	5662	24%	S/.	1,529.19	3.70
Bum (450 ml)	5001	21%	S/.	1,338.04	3.74
Trifrut (550 ml)	2027	9%	S/.	573.45	3.53
Jugosos (320 ml)	8471	36%	S/.	2,293.78	3.69
Bambino (500 ml)	2283	10%	S/.	637.16	3.58
TOTAL	23443	100%	S/.	6,371.62	3.68

Descripción

La tabla 25 se presenta los CIF sobre el número de packs producidos al mes, para ello hemos dividido los CIF/producto al mes entre el N° de packs/producto al mes, para lo antes mencionado se ha calculado el porcentaje de participación de cada producto del total de la producción, posteriormente para obtener el CIF por producto hemos multiplicado el porcentaje de cada producto por el total del costo de los CIF/mes. finalmente, para obtener los CIF/pack, dividimos los S/. de CIF/producto al mes entre los packs/mes de cada producto.

4.2.1.6. Productividad global

Para encontrar la productividad global del área de producción con la que opera actualmente la Embotelladora Wara S.A.C. se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$Productividad\ Global = \frac{Producción}{Recursos\ Utilizados} \quad (32)$$

Aplicando la fórmula 32 de acuerdo a la producción actual entre los recursos mano de obra, materia prima y costos indirectos de fabricación quedaría como se muestra la ecuación 33:

$$Productividad\ Global = \frac{23443\ Packs}{S/.6971.3+S/.98490.69+S/6371.62} = 0.2096\ Packs/sol \quad (33)$$

4.3. Teoría de Restricciones (TOC)

En este apartado se calcula los indicadores de la variable independiente, siguiendo los 5 pasos de la filosofía de la Teoría de Restricciones como se muestra a continuación:

4.3.1. Identificar:

Tabla 26: *Tiempo de fabricación de un Pack expresado en minutos*

ESTACIONES	Tiempo de Fabricación de un pack (Minutos)				
	Bum (270ml)	Bum (450ml)	Trifrut (550ml)	Jugosos (320ml)	Bambino (500ml)
Preparación	0.15	0.13	0.16	0.11	0.15
Llenado	0.37	0.25	0.30	0.19	0.25
Tapado	0.39	0.27	0.34	0.23	0.29
Empacado	0.33	0.25	0.25	0.20	0.25
TIEMPO TOTAL DEL SISTEMA	1.25	0.90	1.05	0.73	0.94

Descripción

La *Tabla 26* muestra los minutos que lleva procesar un pack por cada producto, así mismo se observa los tiempos de acuerdo con el proceso que se sigue hasta el producto terminado, esta información fue tomada con datos reales en la empresa.

Tabla 27: *Datos para hallar los indicadores de la Línea de Producción*

DESCRIPCIÓN	Bum (270ml)	Bum (450ml)	Trifrut (550ml)	Jugosos (320ml)	Bambino (500ml)
<i>Tiempo base (min)</i>	60	60	60	60	60
<i>Ciclo (min/packs)</i>	0.39	0.27	0.34	0.23	0.29
<i>N° de estaciones de trabajo (K)</i>	4	4	4	4	4
<i>Tiempo de la línea de producción(min/packs)</i>	2.67	1.92	2.19	1.55	1.98
<i>N° de recursos (máquinas y operarios)</i>	8	8	8	8	8

Descripción

La *Tabla 27* se calcula el tiempo de la línea de producción utilizando la fórmula 27, además se muestra los datos que sirven para encontrar los indicadores de la línea de producción descritos por cada producto, los cuales son calculados en la *Tabla 28*.

Tabla 28: Indicadores de la Línea de Producción según el producto

PRODUCTO	CICLO (min/pack)	PRODUCCIÓN (pcks/hora)	TIEMPO MUERTO (min/packs)	EFICIENCIA DE LINEA (%)
<i>Bum (270 ml)</i>	0.39	153.85	0.3132	85.60
<i>Bum (450 ml)</i>	0.27	222.22	0.1813	88.83
<i>Trifrut (550 ml)</i>	0.34	176.47	0.31	80.51
<i>Jugosos (320 ml)</i>	0.23	260.87	0.192	84.13
<i>Bambino (500 ml)</i>	0.29	206.90	0.2214	85.28

Descripción

En la *Tabla 28* se muestra los resultados de los indicadores de la línea de producción por cada producto, como es el ciclo, producción (fórmula 23), tiempo muerto (formulas 24 y 25) y eficiencia de línea (formulas 26 y 27), los cuales corresponden al primer paso de la teoría de restricciones.

4.3.2. Explotar

En este paso se explotó a su máxima capacidad la restricción del sistema, para lo cual se mejoró en la línea de producción teniendo mayor control en la máquina llenadora, esto implica mejor calibración para que las botellas tengan menos fallas de llenado, ya que por cada minuto hay tres (3) fallas y por cada falla se pierde tres (3) segundos en el proceso de tapado, logrando un llenado uniforme del líquido en la botella, se ahorrará 9 segundos por minuto ; es decir, que en un turno de 9 horas diarias, se aprovecharía mejor mi tiempo, teniendo 81 minutos más por turno, lo cual se ve reflejado en una línea mejor equilibrada.

Tabla 29: Capacidad de producción actual de cada estación de trabajo en botellas por minuto

ESTACIONES	Unidades (Botellas) /min				
	Bum (270ml)	Bum (450ml)	Trifrut (550ml)	Jugosos (320ml)	Bambino (500ml)
Llenado	64	48	40	64	48
Tapado	62	44	35	52	41
Empacado (packs)	72	48	48	48	48
unides/pack	24	12	12	12	12

Descripción

En la *Tabla 29* se aprecia la cantidad de botellas que se producen en un minuto por cada producto de acuerdo a las estaciones, es decir la capacidad que opera cada estación de trabajo aun sin ser explotado el cuello de botella. Además, se muestra la cantidad de botellas que contiene un pack por cada producto.

Tabla 30: *Comparación de la estación de tapado en botellas por minuto Antes y después de ser explotada*

DESCRIPCIÓN	Unidades (Botellas) /min				
	Bum (270ml)	Bum (450ml)	Trifrut (550ml)	Jugosos (320ml)	Bambino (500ml)
Tapado Actual	62	44	35	52	41
Tapado Explotado	71	50	40	59	47
Diferencia	9	6	5	7	6

Descripción

En la *Tabla 30* se muestra las unidades que se producen por minuto, en cada producto, donde se explota a su máxima capacidad el cuello de botella (tapado), logrando un flujo más equilibrado, y una variación en el cuello de botella. Por otro se calcula el aumento de botellas por cada minuto utilizando la regla de tres simple, para ello se multiplica el número de botellas tapadas en un minuto por los nueve (9) segundos aprovechados en un minuto, dividido entre los 60 segundos.

Tabla 31: *Tiempo de fabricación de un Pack luego de haber explotado la restricción*

ESTACIONES	Tiempo de Fabricación de un pack				
	Bum (270ml)	Bum (450ml)	Trifrut (550ml)	Jugosos (320ml)	Bambino (500ml)
Preparación	0.15	0.13	0.16	0.11	0.15
Llenado	0.37	0.25	0.30	0.19	0.25
Tapado	0.34	0.24	0.30	0.20	0.26
Empacado	0.33	0.25	0.25	0.20	0.25
TIEMPO TOTAL DEL SISTEMA	1.20	0.87	1.01	0.70	0.91

Descripción

La *Tabla 31* muestra el cálculo del tiempo total del sistema mediante la suma de los minutos que se requiere para procesar un pack por cada producto, luego de explotar la restricción, así mismo se observa los tiempos de acuerdo al proceso que se sigue hasta el producto terminado.

Tabla 32: Datos para hallar indicadores de la Línea de producción después de haber explotado la restricción

<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>Bum (270ml)</i>	<i>Bum (450ml)</i>	<i>Trifrut (550ml)</i>	<i>Jugosos (320ml)</i>	<i>Bambino (500ml)</i>
<i>Tiempo base (min)</i>	60	60	60	60	60
<i>Ciclo (min)</i>	0.37	0.25	0.30	0.20	0.26
<i>N° de estaciones de trabajo (K)</i>	4	4	4	4	4
<i>Tiempo de la línea de producción (T)</i>	2.57	1.86	2.11	1.49	1.92
<i>N° de recursos (máquinas y operarios)</i>	8	8	8	8	8

Descripción

La *Tabla 32* muestra los datos una vez ya explotada la restricción, también se calcula el tiempo de la línea de producción mediante la fórmula 27, estos sirven para encontrar los indicadores de la línea de producción, los cuales son calculados en la *Tabla 33*.

Tabla 33: Indicadores de la Línea de Producción después de haber explotado la restricción

PRODUCTO	CICLO (min/pack)	PRODUCCIÓN (packs/hora)	TIEMPO MUERTO (min/packs)	EFICIENCIA DE LÍNEA (%)
Bum (270 ml)	0.37	160	0.30	85.92
Bum (450 ml)	0.25	240	0.13	92.94
Trifrut (550 ml)	0.30	200	0.19	87.92
Jugosos (320 ml)	0.20	300	0.10	93.00
Bambino (500 ml)	0.26	231	0.13	92.24

Descripción

En la *Tabla 33* luego de ser explotada la restricción se muestra los indicadores de la línea de producción por cada producto, como es el ciclo, la producción (fórmula 23), el tiempo muerto (fórmulas 24 y 25) y eficiencia de línea (formulas 26 y 27), estos se han encontrado de acuerdo a las fórmulas correspondientes a cada indicador con los datos de la *Tabla 32*.

4.3.3. Subordinar

En este paso se subordinará el sistema para que todos los procesos trabajen al ritmo de la restricción (llenado), en un inicio la restricción se determinó que era la estación de tapado, luego de explotar la restricción con una mejor calibración de la máquina llenadora, se tiene un llenado uniforme, de tal manera que se obtiene un mejor aprovechamiento de materia prima y reducción de mermas, logrando ahorrar el tiempo que emplea el operario en llenar las botellas mal llenadas, de tal manera que se modificó la restricción, que pasó a ser la estación de llenado, a partir de ello, se subordina que todo el sistema trabaje al ritmo de la restricción (llenado); es decir, de acuerdo a las diferentes capacidades de llenado que se tiene por producto, como se aprecia en la *Tabla 34*, con el fin de mantener un flujo estable para todos los procesos, evitando esperas o inventarios de producción en proceso, permitiendo así una mayor salida de producto.

Tabla 34: *Capacidad de producción de cada estación de trabajo después de haber explotado la restricción*

ESTACIONES	Botellas/min (promedio)				
	Bum (270ml)	Bum (450ml)	Trifrut (550ml)	Jugosos (320ml)	Bambino (500ml)
Explo Llenado	64	48	40	64	48
Tapado	71	50	40	59	47
Empacado	72	48	48	48	48

Descripción.

La *Tabla 31* muestra la capacidad de producción de botellas por minuto en cada estación de trabajo luego de ser explotada la restricción del sistema (tapado), los datos de las estaciones de llenado y empacado fueron tomados de la *Tabla 29*, mientras que los datos de la estación de tapado fueron obtenidos de la *Tabla 30*.

Tabla 35: *Se subordina la restricción al ritmo del cuello de botella*

ESTACIONES	Botellas/min (promedio)				
	Bum (270ml)	Bum (450ml)	Trifrut (550ml)	Jugosos (320ml)	Bambino (500ml)
Subordinado Llenado	64	48	40	64	48
Tapado	64	48	40	64	48
Empacado	64	48	40	64	48

Descripción.

Lo que se aprecia en la *Tabla 35* corresponde a las capacidades de producción subordinadas luego de conocer los resultados que obtuvimos al explotar el cuello de botella, donde pudimos apreciar que aumentó la capacidad de tapado debido a la calibración de la máquina llenadora y el ahorro del tiempo que le tomaba al operario completar las botellas que no cumplían con el nivel del líquido requerido, de tal manera, que tomamos como restricción la estación de llenado ya que esta estación trabaja a su máxima capacidad.

Tabla 36: *Variación que existe en las estaciones que no son restricción al subordinar que trabajen al ritmo del cuello de botella*

ESTACIONES	Variación de Botellas/min (promedio)					
	Bum (270ml)	Bum (450ml)	Trifrut (550ml)	Jugosos (320ml)	Bambino (500ml)	
Actual	Tapado	62	44	35	52	41
	Empacado	72	48	48	60	48
Subordinado	Tapado	64	48	40	64	48
	Empacado	64	48	40	64	48
Variación	Tapado	2	4	5	12	7
	Empacado	-8	0	-8	4	0

Descripción.

En la *Tabla 36* se muestra la variación de la capacidad de producción actual con lo subordinado, en las estaciones de tapado y empacado; dicha variación se calcula restando las estaciones subordinadas menos las actuales.

4.3.4. Elevar

Para elevar la restricción del sistema en caso de no lograr solucionarla con la aplicación de los pasos anteriores implicaría ya una inversión por parte de la empresa para la adaptación de dos inyectores más a la máquina llenadora, lo que haría un total de 10 inyectores, la cual elevaría su capacidad de producción a 80 botellas/minuto y para la adquisición de una Máquina tapadora-selladora de botellas regulable, la cual tiene una capacidad de producción de 80 botellas/minuto, con la

finalidad de equilibrar la línea de producción, de tal manera que se lograría un sistema totalmente flexible que se podrá adaptar a la capacidad de llenado de cualquiera de los cinco productos que fabrica la empresa.

Al aplicar la propuesta aumentaría la producción y por lo tanto también aumentaría la productividad, como podemos ver a continuación:

A. Producción.

Tabla 37: *Número Promedio de Packs por Lote que se podría Producir al Elevar la Restricción*

	N° de packs producidos por cada lote de producción						
	Tamaño de Lote (Lt)	Nivel de Aprovechamiento (%)	M.P Aprovechada (Lt)	Contenido de la Botella (Lt)	Unidades/ Pack	Packs/Lote	
						Antes	Después
Bum (270 ml)	1200	99.38%	1192.56	0.270	24	180	184.04
Bum (450 ml)	1200	99.38%	1192.56	0.450	12	213	220.84
Trifrut (550 ml)	1200	99.38%	1192.56	0.550	12	173	180.69
Jugosos (320 ml)	1200	99.38%	1192.56	0.320	12	301	310.56
Bambino (500 ml)	1200	99.38%	1192.56	0.500	12	185	198.76

Descripción.

En la *Tabla 37*, se aprecia los resultados del aumento de la producción contrastando el antes con el después de la mejora, donde se trabaja con un nivel de aprovechamiento de 99.38%, esto expresado en promedio de cantidad de packs producidos por lote de producción de acuerdo al formato de producto.

Tabla 38: *Aumento de producción de lotes por mes al aplicar la mejora propuesta*

Producto	Lotes producidos al mes			
	botellas/minuto		Lotes/mes	
	Antes	Después	Actual	Con la propuesta
Bum (270 ml)	64	80	32	39
Bum (450 ml)	48	60	24	29
Trifrut (550 ml)	40	50	12	15
Jugosos (320 ml)	64	80	28	35
Bambino (500 ml)	48	60	12	15

Descripción.

La *Tabla 38* se muestra el aumento de la producción en lotes por mes, debido a la mejora, se calcula con la velocidad de llenado que se produce, en botellas por minuto.

Tabla 39: *Producción mensual en packs por mes que se produciría aplicando la propuesta para Elevar la Restricción*

PRODUCTO	N° DE PACKS PRODUCIDOS AL MES			
	Lotes/Mes	Packs/Lote	Packs/Mes	
			Antes	Después
Bum (270 ml)	39	184.04	5662	7177
Bum (450 ml)	29	220.84	5001	6404
Trifrut (550 ml)	15	180.69	2027	2710
Jugosos (320 ml)	35	310.56	8471	10870
Bambino (500 ml)	15	198.76	2283	2981

Descripción.

En la *Tabla 39*, se muestra la producción con la mejora la cual está en número de packs producidos al mes de acuerdo al formato de producto, donde se deja notar el aumento de la producción mediante la implementación de la propuesta, los resultados se han obtenido con los datos de las *Tablas 37 y 38*, mediante una estimación de la producción.

Tabla 40: *N° de packs incumplidos al mes de acuerdo a la nueva producción*

PRODUCTO	N° DE PACKS INCUMPLIDOS/MES CON LA NUEVA PRODUCCIÓN		
	N° packs pedidos/mes	Producción Propuesta	Packs incumplidos
Bum (270 ml)	7311	7177	134
Bum (450 ml)	6420	6404	16
Trifrut (550 ml)	2867	2710	157
Jugosos (320 ml)	12725	10870	1855
Bambino (500 ml)	3097	2981	116

Descripción.

En la *Tabla 40* se aprecia la disminución en el número de packs incumplidos por mes, teniendo como referencia la nueva producción, es decir después de haber elevado la restricción del sistema, este dato se obtuvo de la resta del número de packs pedidos/mes que tenemos en la *Tabla 8*, menos el número de packs producidos después de elevar la restricción que se muestran en la *Tabla 39*.

Tabla 41: Comportamiento de la demanda mensual de acuerdo con cada producto expresada en packs/mes.

COMPORTAMIENTO DE LA DEMANDA MENSUAL (Packs/Mes)					
PRODUCTO	Bum (270 ml)	Bum (450 ml)	Trifrut (550 ml)	Jugosos (320 ml)	Bambino (500 ml)
Abril	6873	6307	2462	13201	3057
Mayo	6847	5671	4574	12084	2413
Junio	7412	5958	2785	11837	4285
Julio	6976	6126	1794	14003	3106
Agosto	7925	6064	2749	11538	2652
Septiembre	7835	8394	2836	14162	3071
Octubre	8072	7598	2407	13337	3058
Noviembre	8290	7935	2276	13490	3047
Diciembre	8507	8271	2144	13642	3036
Enero	8724	8608	2013	13795	3025
Febrero	8942	8945	1882	13947	3013
Marzo	9159	9281	1750	14099	3002

Descripción.

La *Tabla 41* muestra la demanda de la situación actual que corresponde a los meses de abril hasta septiembre, y los otros 6 meses que se han calculado mediante una hoja de Excel, para ello se utilizó una ecuación llamada tendencia la cual determina el comportamiento de la demanda que tendría desde octubre hasta marzo.

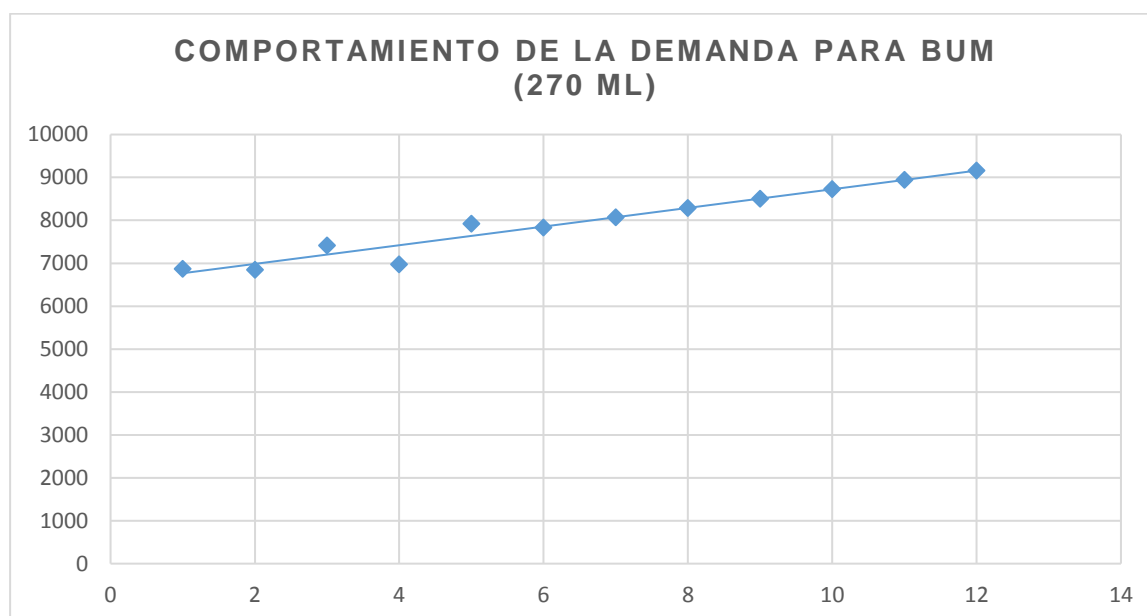


Figura 16: Comportamiento de la demanda mensual para Bum (270 ml)

Descripción

La *Figura 16* muestra el comportamiento de la demanda del producto de Bum (270 ml); lo cual los primeros seis meses (abril-septiembre) corresponde a la demanda real proporcionada por la empresa, mientras que los otros seis meses siguientes (octubre-marzo) representan el comportamiento que sucederá con la demanda.

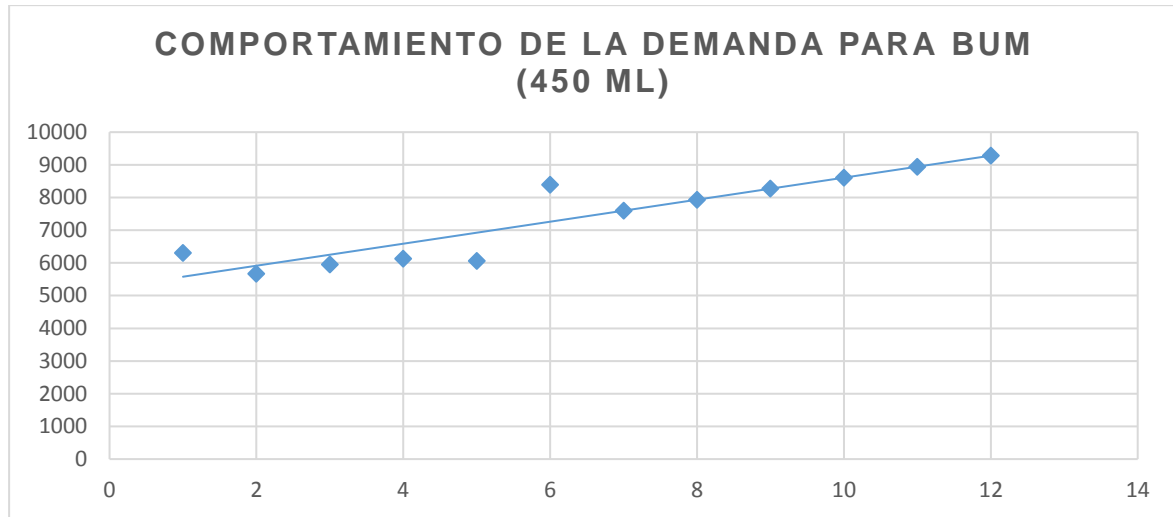


Figura 17: Comportamiento de la demanda mensual para Bum (450 ml)

Descripción

La *Figura 17* presenta el comportamiento de la demanda del producto de Bum (450 ml); lo cual los primeros seis meses (abril-septiembre) corresponde a la demanda real proporcionada por la empresa, mientras que los otros seis meses siguientes (octubre-marzo) representan el comportamiento que sucederá con la demanda.

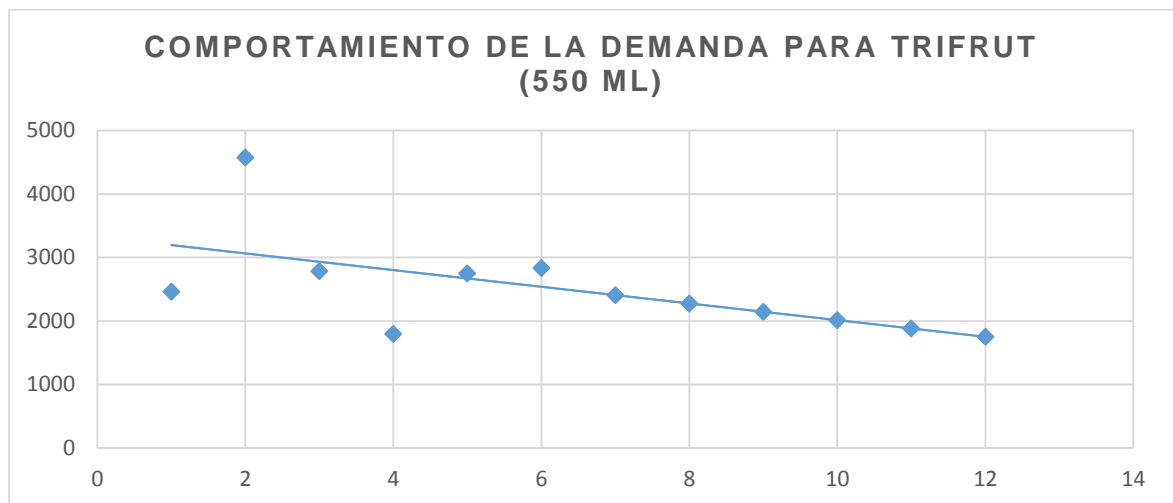


Figura 18: Comportamiento de la demanda mensual para Trifrut (550 ml).

Descripción

La *Figura 18* muestra el comportamiento de la demanda del producto de Trifrut (270 ml); lo cual los primeros seis meses (abril-septiembre) corresponde a la demanda real proporcionada por la empresa, mientras que los otros seis meses siguientes (octubre-marzo) representan el comportamiento que sucederá con la demanda.

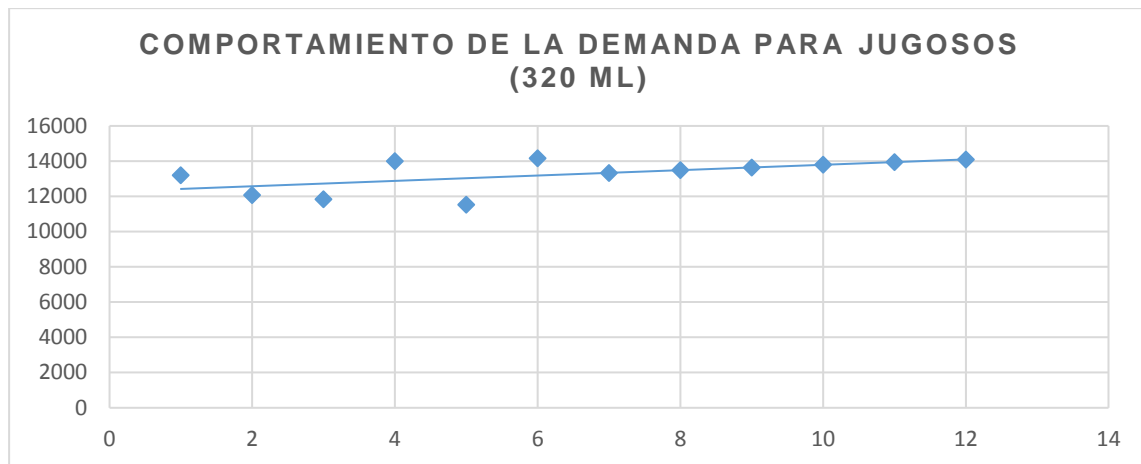


Figura 19: Comportamiento de la demanda mensual para Jugosos (320 ml).

Descripción

La *Figura 19* muestra el comportamiento de la demanda del producto de Jugosos (320 ml); lo cual los primeros seis meses (abril-septiembre) corresponde a la demanda real proporcionada por la empresa, mientras que los otros seis meses siguientes (octubre-marzo) representan el comportamiento que sucederá con la demanda.

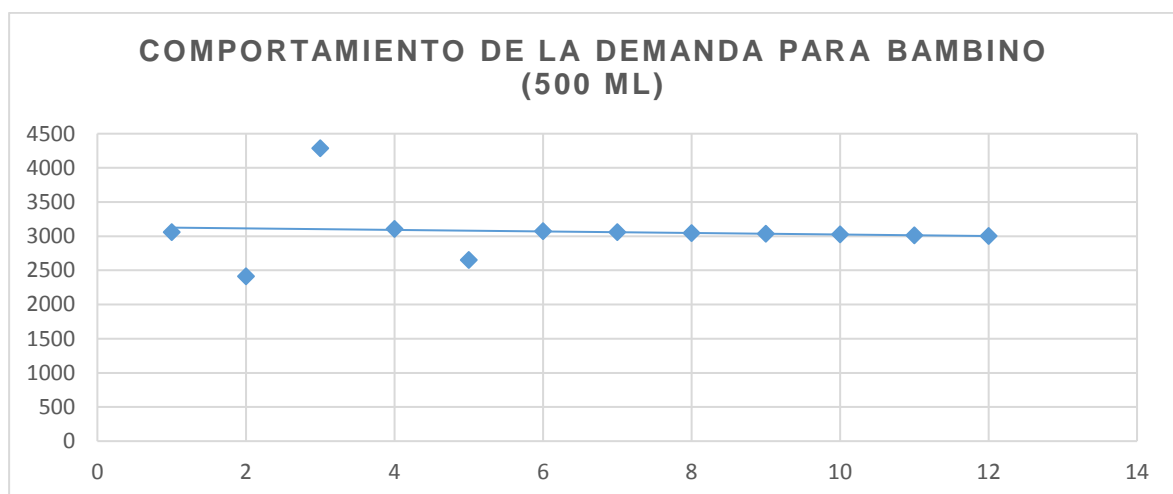


Figura 20: Comportamiento de la demanda mensual para Bambino (270 ml).

Descripción

La *Figura 20* muestra el comportamiento de la demanda del producto de Bambino (500 ml); lo cual los primeros seis meses (abril-septiembre) corresponde a la demanda real proporcionada por la empresa, mientras que los otros seis meses siguientes (octubre-marzo) representan el comportamiento que sucederá con la demanda.

B. Productividad Factor Mano de Obra.

Tabla 42: *Cantidad de packs por operario que se podría llegar a producir aplicando la propuesta*

PRODUCTO	N° de Packs/Operario al Mes			
	N° de Packs/Mes	N° de Operarios	N° de Packs/Operario	
			Antes	Después
Bum (270 ml)	7177	6	708	1196
Bum (450 ml)	6404	6	625	1067
Trifrut (550 ml)	2710	6	253	452
Jugosos (320 ml)	10870	6	1059	1812
Bambino (500 ml)	2981	6	285	497

Descripción.

La *Tabla 42* muestra la comparación del antes y después de la mejora en relación con el número de packs que produce cada operario al mes de acuerdo al formato de producto.

Tabla 43: *Horas-Hombre que se utilizarían al implementar la Propuesta*

<i>h-H utilizadas/mes</i>	
Días trabajados/mes	26
N° de trabajadores	6
N° de horas trabajadas/día	9
N° h-H/mes	1404

Descripción.

La *Tabla 43* presenta las h-H utilizadas en un mes, las cuales han disminuido debido al recorte de personal que se generó por la propuesta de mejora.

Tabla 44: Horas -Hombre que se asigna a cada producto al implementar la Propuesta

PRODUCTO	h-H utilizadas/mes			
	N° de lotes/mes	Porcentaje de Participación	h-H asignadas a cada producto/mes	
			Antes	Después
Bum (270 ml)	39	29.3%	549.82	411.70
Bum (450 ml)	29	21.8%	410.18	306.14
Trifrut (550 ml)	15	11.3%	205.09	158.35
Jugosos (320 ml)	35	26.3%	491.64	369.47
Bambino (500 ml)	15	11.3%	215.27	158.35
TOTAL	133		1872	1404

Descripción.

La *Tabla 44* muestra las hora-hombre utilizadas por cada producto, para obtener el porcentaje de participación de hora-Hombre en cada producto se ha sumado el número de lotes/mes y luego se ha dividido de número de lotes de cada producto entre el total de lotes, posteriormente se multiplicó el porcentaje de participación por el número total de h-H/mes que se halló en la *Tabla 43*.

Tabla 45: Packs por cada hora-Hombre utilizada luego de implementar la propuesta para elevar la restricción

PRODUCTO	N° de Packs producidos por h-h			
	N° de Packs/Mes	h-H asignadas a cada producto/mes	Packs/h-h	
			Antes	Después
Bum (270 ml)	7177	411.70	10.30	17.43
Bum (450 ml)	6404	306.14	12.19	20.92
Trifrut (550 ml)	2710	158.35	9.88	17.12
Jugosos (320 ml)	10870	369.47	17.23	29.42
Bambino (500 ml)	2981	158.35	10.61	18.83

Descripción.

La *Tabla 45* muestra los resultados según la mejora contrastando el antes con el después que está expresado en número de packs por cada hora-Hombre que se trabaja, para ello se ha dividido el número de packs/mes de la *Tabla 38* entre las h-H asignadas a cada producto/mes obtenidas de la *Tabla 44*.

Tabla 46: Cantidad de Packs que se fabrican por cada Sol que se Invierte en Mano de Obra al tomar en cuenta la propuesta

PRODUCTO	Packs por cada sol de M.O.			N° de Packs/sol de M.O.	
	N° de Packs/Mes	Porcentaje	S/. M.O./Producto al mes	Antes	Después
Bum (270 ml)	7177	24%	S/. 1,210.7	3.36	5.93
Bum (450 ml)	6404	21%	S/. 1,080.3	3.36	5.93
Trifrut (550 ml)	2710	9%	S/. 457.2	3.36	5.93
Jugosos (320 ml)	10870	36%	S/. 1,833.5	3.36	5.93
Bambino (500 ml)	2981	10%	S/. 502.9	3.36	5.93
TOTAL	30143	100%	S/. 5,084.6	3.36	5.93

Descripción.

En la Tabla 46 se observa el número de packs por cada sol de mano de obra utilizada en la producción de cada producto, haciendo una comparación del antes y después de la aplicación de la mejora, para encontrar se ha dividido el número de packs/mes entre S/. MO/producto al mes, basándose en el porcentaje de participación de cada producto con el total de la producción, al monto total de S/. invertidos en M.O/mes actual (S/. 6,971.31) se le ha restado la cantidad de dinero (S/. 1,886.67) que se ahorra de los dos trabajadores que son reemplazados por la máquina tapadora, obteniendo el monto invertido en M.O/mes después de la mejora.

C. Productividad del Factor Materiales.

Tabla 47: Cantidad de Materia Prima más Insumos que se Utiliza para la Producción mensual según cada Producto

PRODUCTO	Cantidad de materia prima + insumos/por mes		
	N° de Lotes/mes	Tamaño de lote (litros)	Litros de materia prima/mes
Bum (270 ml)	39	1200	46800.0
Bum (450 ml)	29	1200	34800.0
Trifrut (550 ml)	15	1200	18000.0
Jugosos (320 ml)	35	1200	42000.0
Bambino (500 ml)	15	1200	18000.0
		TOTAL	159600

Descripción.

La Tabla 47 nos muestra la cantidad de materia prima más insumos utilizados en un mes, en este cuadro no aumenta la M.P., para ello se ha multiplicado el número

de lotes que se produce de cada producto por los 1200 litros de materia prima más insumos que corresponde a un lote de producción.

Tabla 48: Cantidad de packs obtenidos por cada litro de materia prima más insumos.

PRODUCTO	Packs/Litros de Materia prima más insumos			
	Packs/Lote de producción	Tamaño de lote (litros)	Packs/litro de MP	
			Antes	Después
Bum (270 ml)	184.04	1200	0.150	0.153
Bum (450 ml)	220.84	1200	0.177	0.184
Trifrut (550 ml)	180.69	1200	0.144	0.151
Jugosos (320 ml)	310.56	1200	0.251	0.259
Bambino (500 ml)	198.76	1200	0.154	0.166

Descripción

En la *Tabla 48* podemos apreciar con la propuesta la cantidad de packs producidos por cada Litro de materia prima más insumos utilizados. Para calcular ello, se ha dividido el número de packs obtenidos por cada lote de producción de la *Tabla 39*, entre la cantidad de litros de materia prima más insumos que corresponden a un lote de producción, estos últimos obtenidos de la *Tabla 47*.

Tabla 49: Número de Packs Producidos por cada sol de inversión en materia prima más insumos utilizados según cada Producto, si se toma en cuenta la propuesta de mejora

PRODUCTO	Packs/Cada sol de M.P. + Insumos					
	N° de Packs/Mes	N° de Lotes/mes	Costo MP/lote	Costo MP/Mes	Packs/sol de M.P.	
					Antes	Después
Bum (270 ml)	7177	39	S/.1,109.52	S/.43,271.44	0.16	0.17
Bum (450 ml)	6404	29	S/.758.18	S/.21,987.22	0.28	0.29
Trifrut (550 ml)	2710	15	S/.731.83	S/.10,977.42	0.24	0.25
Jugosos (320 ml)	10870	35	S/.1,012.21	S/.35,427.35	0.30	0.31
Bambino (500 ml)	2981	15	S/.698.42	S/.10,476.36	0.27	0.28

Descripción.

La *Tabla 49* muestra el antes y después de elevar la restricción en base al número de packs por cada sol de materia prima utilizada, el cual se ha obtenido de la división del N° de packs/mes entre el costo de MP/mes, de tal manera que para encontrar el costo de materia prima/mes se ha multiplicado el costo de materia prima/lote por el número de lotes producidos/mes.

Tabla 50: Cantidad de mermas que se generan mensualmente según los productos que se producen, y lo que disminuiría al aplicar la mejora

PRODUCTO	CANTIDAD DE MERMAS / MES								
	Tamaño de Lote (Lt)	N° Lotes/Mes	M. P. Aprovecha da de un lote	Total de Litros Aprovecha dos/Mes	Cantidad de litros empleados/ Mes	Nivel de Aprovecha miento/Mes (%)	Porcentaje de Mermas/mes	Mermas/Mes (Lt)	
								Despues	Antes
Bum (270 ml)	1200	39	1193	46509.84	46800	99.38%	0.62%	290.16	1111.3
Bum (450 ml)	1200	29	1193	34584.24	34800	99.38%	0.62%	215.76	1196.4
Trifrut (550 ml)	1200	15	1193	17888.4	18000	99.38%	0.62%	111.6	722.9
Jugosos (320 ml)	1200	35.00	1193	41739.60	42000	99.38%	0.62%	260.40	1272.6
Bambino (500 ml)	1200	15.00	1193	17888.40	18000	99.38%	0.62%	111.60	1100

Descripción.

La *Tabla 50* muestra el antes y después de la propuesta, en relación a la cantidad de mermas por mes en litros de materia prima y los litros de aprovechamiento de acuerdo al nivel del diseño de fabricación de la máquina llenadora, también la cantidad de litros real que se utilizan para la obtención de producto terminado, esto se ha encontrado con la estimación de la producción de packs por mes, así como el número de lotes por mes.

Tabla 51: Pérdidas económicas mensuales que generan las mermas luego de aplicar la propuesta de mejora

PRODUCTO	PÉRDIDAS ECONÓMICAS/MES							
	Mermas/Mes (lt)	Precio de venta /Pack	Capacida d/botella (lt)	N° de Botellas/P acks	Botellas Perdidas/ Mes	Packs Perdidos/ Mes	Despues Perdidas S/. /Mes	Antes Pérdidas S/. / Mes
Bum (270 ml)	290.16	S/. 9.0	0.270	24	1074.7	44.8	S/. 403.00	S/. 1,543.50
Bum (450 ml)	215.76	S/. 7.0	0.450	12	479.5	40.0	S/. 279.69	S/. 1,550.89
Trifrut (550 ml)	111.6	S/. 8.5	0.550	12	202.9	16.9	S/. 143.73	S/. 931.01
Jugosos (320 ml)	260.4	S/. 6.8	0.320	12	813.8	67.8	S/. 461.13	S/. 2,253.63
Bambino (500 ml)	111.6	S/. 7.5	0.500	12	223.2	18.6	S/. 139.50	S/. 1,375.00
						TOTAL	S/. 1,427.04	S/. 7,654.03

Descripción.

La *Tabla 51* presenta las pérdidas económicas que ocasionará las mermas de materia prima, tanto antes como después de la mejora; esto se calcula con los datos de la *Tabla 50*, dividiendo la cantidad de mermas en litros entre la capacidad/botella, luego se divide el número de botellas perdidas entre el número

de botellas por pack, luego se multiplica la cantidad de packs perdidos por el precio de venta por pack de cada producto.

D. Productividad factor equipo.

Tabla 52: *Número de botellas por minuto producidas por cada máquina (propuesta)*

DESCRIPCIÓN	Producción de cada máquina en Botellas/min				
	Bum (270ml)	Bum (450ml)	Trifrut (550ml)	Jugosos (320ml)	Bambino (500ml)
Llenadora	80	60	50	80	60
Tapado	80	60	50	80	60
Horno TC	80	60	50	80	60
unides/pack	24	12	12	12	12

Descripción.

En la *tabla 52* se muestra la producción que se tendría luego de la propuesta, expresada en botellas por minuto, la cual se calculó con datos de la *tabla 22* más el aumento de llenado de botellas por cada máquina llegando a tener un aumento en la capacidad de producción con las mejoras planteadas.

Tabla 53: *Cantidad de Packs Producidos por cada Hora - Máquina según el producto (propuesta).*

PRODUCTO	N° de packs por h-m			<i>Despues Packs/h-m</i>
	<i>Packs/min</i>	<i>min/hora</i>	<i>Antes Packs/h-m</i>	
Bum (270 ml)	3.3	60	160	200.00
Bum (450 ml)	5.0	60	240	300.00
Trifrut (550 ml)	4.2	60	200	250.00
Jugosos (320 ml)	6.7	60	320	400.00
Bambino (500 ml)	5.0	60	240	300.00

Descripción.

La *Tabla 53* presenta la cantidad de packs fabricados por cada hora - máquina, para obtener dicho resultado, se ha calculado la cantidad de packs producidos por minuto en cada máquina dividiendo la cantidad de botellas producidas por minuto entre el número de botellas que contiene un pack de la *tabla 52*, luego para obtener el número de packs por hora-máquina se multiplicó los packs/minuto por los minutos/hora de la presente tabla.

E. Costos Indirectos de Fabricación.

Tabla 54: Costos indirectos de fabricación mensual

	CIF/mes			Total
	Energía Eléct.	Mantenimiento	Depreciación	
	S/. 6,747.61	S/. 1,149.13	S/. 1,202.21	S/. 9,098.95

Descripción

La *Tabla 54* muestra los CIF al mes incluyendo la nueva máquina tapadora-selladora. Los mismos que se calculan como la suma de los costos de Energía Eléctrica, Mantenimiento, y depreciación de maquinaria utilizada en producción.

Tabla 55: Costos Indirectos de Fabricación por cada Pack que se fabrica de acuerdo a la propuesta de mejora, según el producto.

PRODUCTO	Packs producidos al mes /CIF			
	N° de Packs/Mes	Porcentaje	CIF/Producto	Packs/CIF
Bum (270 ml)	7177	24%	S/. 2,183.75	3.29
Bum (450 ml)	7404	21%	S/. 1,910.78	3.35
Trifrut (550 ml)	2710	9%	S/. 818.91	3.31
Jugosos (320 ml)	10870	36%	S/. 3,275.62	3.32
Bambino (500 ml)	2981	10%	S/. 909.89	3.28
TOTAL	30143	100%	S/. 9,098.95	3.31

Descripción.

La *Tabla 55* presenta los packs sobre el número de CIF producidos al mes, tomando en cuenta el aumento de la producción con la mejora planteada, para ello hemos dividido el N° de packs/producto al mes entre los CIF/producto al mes, para lo antes mencionado se ha calculado del porcentaje de participación de cada producto del total de la producción, posterior para obtener el CIF por producto se multiplicó el porcentaje de cada producto por el total del costo de los CIF/producto al mes.

F. Productividad Global con la propuesta de mejora.

Se procede a encontrar la productividad global con el aumento de la producción entre los nuevos costos de mano de obra, materia prima y costos indirectos de fabricación, como se precisa en la ecuación 34:

$$Productividad\ Global = \frac{30143\ Packs}{S/.122139.79+S/.5084.6+S/.9098.95} = 0.2211\ Packs/sol \quad (34)$$

A continuación, con la ecuación 36 se encuentra la variación porcentual de la productividad global de acuerdo al antes y después del planteamiento de la mejora, donde:

$$\Delta\%Productividad\ Global = \frac{P2-P1}{P1} X100 \quad (35)$$

$$\Delta\%Productividad\ Global = \frac{0.2211\ Packs/sol-0.2096\ packs/sol}{0.2096\ Packs/sol} X100 = 5.49\% \quad (36)$$

4.4. Discusión de resultados

Esta investigación tiene como propósito incrementar la productividad del área de producción de la Embotelladora WARA S.A.C., mediante el diseño de un plan de mejora basado en la Teoría de Restricciones. La Teoría de Restricciones ayuda a identificar cual es el problema o la restricción que limita al sistema de producción y así poder explotar la máxima capacidad de esta restricción, luego subordinar a que todas las estaciones de la línea de producción trabajen al ritmo de esta restricción, de tal forma poder evaluar las variaciones que se suscitarían en las estaciones que no son restricción y finalmente darle solución mediante propuestas que ayuden a elevar la nueva restricción para que de esa manera se logre tener una línea que sea más productiva. Mediante el análisis de la base de datos de la empresa se determinó la situación actual. Dentro de la problemática que acarrea la empresa, hemos podido identificar mermas, botellas mal llenadas, tiempos muertos e incumplimiento de pedidos.

En esta investigación lo que se plantea es incrementar la productividad y mediante la propuesta se logra incrementar la productividad del factor mano de obra, materiales y equipo, ya que mediante, es decir se logra concretar el objetivo de la investigación.

Por otro lado, según Castro (2012), logra levantar las restricciones que limitaban la eficiencia de sus procesos productivos, en nuestra investigación de igual forma se demuestra que mediante la eliminación de las restricciones del sistema se logra aumentar la producción y por ende la productividad generando mayor rendimiento de throughput, generando mayores ingresos para la empresa.

Hernandez (2015), utiliza la Teoría de Restricciones para mejorar su producción y mediante la aplicación de sus cinco pasos primero identifico la situación actual para luego proceder con los siguientes pasos para lograr concretar su objetivo de mejorar su producción, en este caso se presenta en un rubro diferente según Goldratt menciona que la TOC se puede aplicar a cualquier empresa siempre enfocado a mejorar procesos.

Novoa y Terrones (2012), plantea la disminución de tiempos y mermas en su proceso de una embotelladora, y logra eliminar los cuellos de botella y así mismo concreta un mejor aprovechamiento ya que su índice de mermas excedía las especificaciones de su maquinaria, esta es una tesis que se realizó en una empresa del mismo rubro, en la investigación realizada mediante la TOC se logra explotar mejor los cuellos de botella nivelando los tiempos en cada estación de trabajo, y logrando también un mejor aprovechamiento de la materia prima, es decir las mermas se redujeron de acuerdo a las especificaciones técnicas de la maquina llenadora, lo cual era donde se generaba las mermas.

En nuestra investigación se evalúa el beneficio/costo de toda la propuesta, para analizar si tendría un retorno de la inversión que se plantea generar, lo cual es satisfactorio, ya que resulta 1.37 la ganancia por cada sol invertido, y toda la recuperación de la inversión se logra recuperar en un tiempo de seis meses.

Proceso de Producción

En primer lugar, para poder identificar la restricción del sistema hemos evaluado el proceso productivo que se realiza en el área de producción de la Embotelladora Wara, donde se encontró que se realizan 11 actividades, de las cuales tenemos 6 operaciones, 1 inspección y 4 operación-inspección; todo esto está detallado en la *Tabla 1* que contiene el resumen del Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP).

Luego de haber reconocido los procesos que se realizan en el Área de producción de la empresa, se efectuó un análisis de los procesos que se llevan a cabo para la fabricación de bebidas, donde pudimos constatar que la línea de producción está conformada por 9 actividades, las cuales se agrupan en 4 estaciones de trabajo, determinando que se sigue el mismo proceso para la fabricación de los cinco productos, como lo es Bum (270 ml.), Bum (450 ml.), Trifrut (550 ml.), Jugosos (320

ml.), y Bambino (500 ml.); esto se aprecia de manera más detallada en las *Tablas 2, 3, 4, 5 y 6* respectivamente.

Variable dependiente: Productividad.

Para su cálculo nos basamos en los indicadores de la operacionalización, y mediante la información obtenida encontrar la productividad actual.

Wara S.A.C. cuenta con una producción promedio de packs mensual, de Bum (270 ml.) 5662 packs/mes, Bum (450 ml.) 5001 packs/mes, Trifrut 2027 packs/mes, Jugosos 8471 packs/mes, y Bambino 2283 packs/mes, para mayor detalle ver la *Tabla 7*.

La Embotelladora Wara S.A.C. cuenta con una demanda mensual en promedio de 7311 packs/mes para Bum (270 ml.), 6420 packs/mes para Bum (450 ml.), 2867 packs/mes para Trifrut, 12725 packs/mes para Jugosos y 3097 packs/mes para Bambino. En la *Tabla 8* podemos apreciar más a detalle esta información.

Teniendo como referencia las *Tablas 7 y 8*, se puede decir que se tiene pedidos incumplidos, de los cuales corresponden a Bum (270 ml.) 1649 packs/mes, para Bum (450 ml.) 1419 packs/mes, para Trifrut 840 packs/mes, Jugosos 4254 packs/mes y Bambino 814 packs/mes, así como se muestra en la *Tabla 9*.

Con referencia a la producción mensual en lotes es de 32, 24, 12, 28 y 12 lotes/mes respectivamente para cada producto como se indica en la *Tabla 10*, esto equivale a decir, que por cada lote se producen 180 packs para Bum (270 ml.), 213 packs para Bum (450 ml.), 173 packs para Trifrut, 301 packs para Jugosos y 185 packs para Bambino, tal como se detalla en la *Tabla 11*.

Posteriormente se encontró la productividad del factor mano de obra, indicando la relación que tiene la cantidad de packs producidos por cada operario al mes (8 operarios); de los cuales corresponden a Bum (270 ml.) 708 packs/operario, para Bum (450 ml.) 625 packs/operario, para Trifrut 253 packs/operario, para Jugosos 1059 packs/operario y para Bambino 285 packs/operario como se indica en la *Tabla 12*.

La empresa cuenta con ocho operarios en la línea de producción, los cuales trabajan 9 horas al día durante 26 días laborables en un mes, lo cual equivale a

1872 horas-Hombre al mes, repartidas según el porcentaje de participación 549.82 h-H pertenece a Bum de (270 ml.), 410.18 a Bum de (450 ml.), 205.09 a Trifrut, 491.64 a Jugosos, 215.27 a Bambino, lo que podemos ver reflejado en la *Tabla 14*. Teniendo una producción de 10.30 Packs/h-H, 12.19 Packs/h-H, 9.88 Packs/h-H, 17.23 Packs/h-H y 10.61 Packs/h-H respectivamente para cada producto, como podemos ver en la *Tabla 15*.

Por otro lado, en la *Tabla 16* se indica la cantidad de packs que se producen por cada sol que se invierte en mano de obra, lo que equivale a 3.36 packs por cada sol de mano de obra, con una inversión total por los cinco productos de S/. 6, 971.3 en mano de obra al mes.

En cuanto al factor materiales, la cantidad de materia prima más los insumos que se utilizan equivale a un total de 128,700 Litros por mes, de los cuales 37,800 pertenecen a Bum (270 ml.), 28,200 a Bum (450 ml.), 14,100 Trifrut, 33,800 pertenecen a Jugosos y 14,800 a Bambino, todo esto detallado en la *Tabla 17*.

La producción en cuanto a la cantidad de packs por cada litro de materia prima más insumos es de 0.150 de Bum de (270 ml.), 0.177 para Bum de (450 ml.), 0.144 Trifrut, 0.251 para para jugosos y 0.154 para Bambino, como se detalla en la *tabla 18*.

Se ha calculado que por cada sol que se invierte en la materia prima más los insumos se fabrica 0.16 packs/sol de M.P. de Bum de (270 ml.), 0.28 packs/sol de M.P. de Bum de (450 ml.), 0.24 packs/sol de M.P. de Trifrut, 0.30 packs/sol de M.P. de Jugosos y 0.27 packs/sol de M.P. de Bambino, lo que hace una inversión mensual de S/. 98,490.7, lo cual esta detallado en la *Tabla 19*, así como también el detalle de la inversión mensual que corresponde por cada producto.

Así mismo; la cantidad de mermas en litros al mes; para Bum de (270ml.) es de 1111.3 litros, Bum (450 ml.) 1196.4 litros, Trifrut 722.9 litros, Jugosos 1272.6 litros y Bambino 1100 litros, por lo tanto, el porcentaje de mermas es de 2.9%, 4.2%, 5.1%, 3.8% y 7.4% respectivamente para cada producto, todo esto detallado en la *Tabla 20*.

Respecto a las mermas indicadas en la *Tabla 20*, las pérdidas económicas al mes en total son de S/. 7654.03, de los cuales S/. 1543.50 corresponde a Bum de (270

ml.), S/.1550.89 a Bum (450 ml.), S/. 931.01 a Trifrut, S/.2253.63 a Jugosos y S/.1375.00 a Bambino, todo esto indicado a más detalle en la *Tabla 21*.

Para la productividad en el factor equipo, cada máquina tiene una producción de botellas por minuto, tanto para máquina llenadora, la tapadora manual y el horno termocontraible, la cual se detalla en la *tabla 22*.

De acuerdo con la producción en packs producidos por cada hora máquina se tiene para Bum de (270ml.) 160 packs/h-m, Bum (450 ml.) 240 packs/h-m, Trifrut 200 packs/h-m, jugosos 320 packs/h-m y Bambino 240 packs/h-m, mayor detalle en la *tabla 23*.

La empresa asume Costos Indirectos de Fabricación (CIF) en Energía Eléctrica, Mantenimiento y Depreciación de Maquinaria que hacen a un total de S/. 6371.62 así como se muestra en la *Tabla 24*. También por cada sol de CIF invertido se fabrica 3.70 Packs/CIF de Bum de (270ml.), 3.74 Packs/CIF de Bum (450 ml.), 3.53 de Trifrut, 3.69 de jugosos y 3.58 de Bambino, como se detalla en la *tabla 25*.

De acuerdo con el análisis de la productividad se pudo determinar que la productividad global inicial se encuentra en 0.2096 packs por sol, tal como se ha calculado en la fórmula 33.

Variable Independiente: Plan de Mejora.

La Teoría de Restricciones, de acuerdo a Goldratt, sostiene que su aplicación permitirá, tener un flujo del sistema productivo más estandarizado, un mejor y adecuado ritmo de productividad de operarios y equipos, permitiendo contar con indicadores de producción más eficientes, los cuales se vean reflejados en la reducción de costos de producción; esto se contrasta con la investigación hecha por Villagómez, Viteri y Medina en el 2012 aplicando la TOC donde aumentaron y lograron mejorar la producción en planta y por lo tanto tener el cumplimiento de sus pedidos.

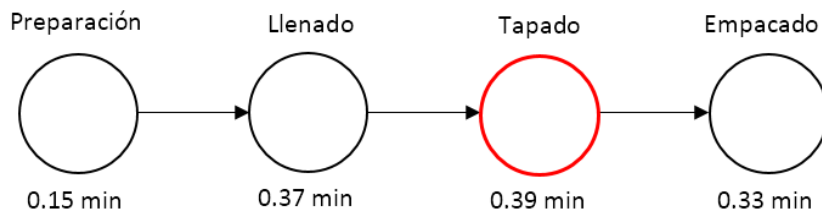


Figura 21. Identificación de la restricción del sistema.

De acuerdo a la *Figura 21*, se identificó la restricción del sistema de acuerdo al tiempo que tarda un pack en ser procesado en cada una de las estaciones de trabajo, la estación más lenta es el tapado, el cual vendría a determinarse como la restricción del sistema; esto sucede con todos los productos.

Actualmente la empresa trabaja a una capacidad de producción de 153.85 packs/hora para Bum de (270 ml.), 222.22 para Bum de (450 ml.), 176.47 para Trifrut, 260.87 para Jugosos y 206.90 para Bambino; por otro lado, la línea de producción tiene una eficiencia de 85.60%; 88.83%; 80.51%; 84.13% y 85.28% respectivamente para cada producto, lo cual se muestra en la *Tabla 28*.

Para explotar la restricción y lograr que esta trabaje a su máxima capacidad se tendrá que realizar un mejor calibrado de la máquina llenadora antes que empiece a trabajar, ya que por el mal llenado de las botellas ocasiona que en el tapado se pierdan 9 segundos por cada minuto que se realiza la operación, debido a que el operario llena de forma manual las botellas que no tienen el nivel de líquido requerido, lo que le impide trabajar a su máxima capacidad, teniendo en cuenta las 9 horas de la jornada diaria, este tiempo mal empleado de 9 minutos por cada una hora hace un suma de 81 minutos al día, si se aprovecharía este tiempo se lograría aumentar la capacidad de producción en la estación de tapado, teniendo para Bum (270 ml.) en 9 botellas/minuto, para Bum (450 ml.) en 6 botellas/minuto, para Trifrut en 5 botellas/minuto, para Jugosos 7 botellas/minuto y para Bambino 6 botellas/minuto, mostrando a más detalle en la *Tabla 30*.

Luego de explotar la restricción se logra reducir el tiempo del tapado de 0.39 minutos a 0.34 minutos que toma procesar un pack, de tal manera que se modifica la restricción a la estación de llenado, así como se aprecia en la *Figura 22*, esto sucede con cada producto, para mayor detalle ver la *Tabla 31*.

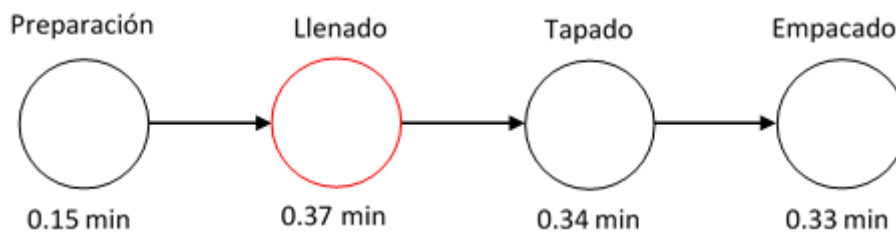


Figura 22. Nueva restricción luego de haberse explotado la restricción inicial.

Luego de identificar la nueva restricción se aprecia que el ciclo cambia, esto se ve reflejado en el aumento de la producción de modo que para Bum de (270 ml.) aumentó en 6.15 packs/hora, Bum (450 ml.) en 17.78 packs/hora, Trifrut en 23.53 packs/hora, Jugosos en 39.13 packs/hora y Bambino en 24.1 packs/hora, ver *Tablas 28 y 33*.

Explotando la restricción se ha podido notar que la eficiencia de la línea de producción ha aumentado a 85.92% en Bum de (270 ml.), 92.94% en Bum de (450 ml.), 87.92% en Trifrut, 93% en Jugosos y 92.24% en Bambino, de tal manera que se ha podido notar la mejora comparando las *Tablas 28 y 33*.

Continuando con los pasos de la TOC, para subordinar el sistema se plantea que todas las estaciones trabajen al ritmo de la restricción, es decir, a la capacidad de producción de la estación de llenado para cada producto, lo que corresponde a Bum de (270 ml.) se debe trabajar a una capacidad máxima de 64 botellas/minuto, a Bum de (450 ml.) 48 botellas/minuto, Trifrut 40 botellas/minuto, Jugosos 64 botellas/minuto y Bambino 48 botellas/minuto, datos que se muestran en la *Tabla 35*.

Por otro lado, en la *Tabla 36* se puede evidenciar que en la estación de tapado se aumenta el número de botellas que se produce en todos los productos y en la estación de empacado para el Bum de (270 ml.) y para el Trifrut se empacan 8 botellas menos, mientras que en Jugosos se empacan 4 botellas más, así como también podemos apreciar que en el Bum de (450 ml.) y Bambino no incrementa ni disminuye la producción.

Para elevar la restricción se plantea hacer una calibración constante de la máquina llenadora esta tendrá un mejor aprovechamiento, lo cual aumenta la cantidad de

packs producidos por un lote de producción, evidenciándose que para Bum (270 ml.) incrementa de 180 a 184.04, para Bum (450 ml.) de 213 a 220.84, para Trifrut de 173 a 180.69, para Jugosos de 301 a 310.56 y para Bambino de 185 a 198.76, como se detalla en la *Tabla 37*.

Asimismo, se propone implementar dos inyectores a la máquina llenadora de manera que incremente su capacidad máxima de producción en base a lotes producidos al mes para Bum (270 ml.) de 32 a 39 lotes/mes, para Bum (450 ml.) de 24 a 29, para Trifrut de 12 a 15, para Jugosos de 28 a 35 y para Bambino de 12 a 15. Aumentando la velocidad de producción de 62 a 80 botellas/minuto, de 48 a 60 botellas/minuto, de 40 a 50 botellas/minuto, de 64 a 80 botellas/minuto y de 48 a 60 botellas/minuto, respectivamente para cada producto, así como también se consideró que la empresa tendrá que invertir en una máquina tapadora/selladora de tal manera que esta máquina tendrá una capacidad máxima de producción de 80 botellas/minuto, mayor detalle se aprecia en la *Tabla 38*.

Actualmente la capacidad de producción de la empresa en packs por mes es de 5662 para Bum de (270 ml.), 5001 para Bum (450 ml.), 2027 para Trifrut, 8471 para Jugosos y para Bambino 2283. Al aplicar esta propuesta planteada para elevar la restricción se verá reflejado en un aumento de la producción a 7177 packs/mes, 6404 packs/mes, 2710 packs/mes, 10870 packs/mes y 2981 packs/mes respectivamente, detallados en la *Tabla 39*.

Después de elevar la restricción del sistema el número de packs incumplidos al mes que corresponde a Bum de (270 ml.) es de 134, Bum (450 ml.)16, a Trifrut 157, a Jugosos 1855 y para Bambino 166, tal y como se muestra en la *Tabla 40*.

Con la propuesta se genera un aumento de la producción, entonces para ver si dicho aumento tendrá acogida en el mercado, se ha calculado el comportamiento que tendría la demanda, y nos muestra una subida de la demanda para Bum (270 ml), Bum (450 ml) y Jugosos; mientras que para Trifrut y Bambino se muestra con una ligera baja de la demanda; como se muestra en la *Tabla 41*.

Así mismo aumentará la productividad en el factor mano de obra, en relación con el número de packs/operario al mes, para lo cual en el producto Bum de (270 ml.) se incrementará de 708 a 1196, Bum (450 ml.) de 625 a 1067, Trifrut de 253 a 452,

Jugosos de 1059 a 1812 y Bambino de 285 a 497, datos que se muestran en la *Tabla 42*.

Las horas-Hombre utilizadas al mes, como podemos ver disminuyeron de 1872 (*Tabla 13*) a 1404 lo cual se indica en la *Tabla 43*, esto debido a la disminución de dos operarios del área de tapado que fueron reemplazados por la máquina tapadora-selladora.

Antes de la propuesta las horas-Hombre al mes que se designaban a la producción de cada producto era de 549.82 para Bum (270 ml.), 410.18 para Bum (450 ml.), 205.09 para Trifrut, 491.64 para Jugosos y 215.27 para Bambino, de tal forma que aplicando la propuesta para elevar la restricción disminuye a 411.70, 306.14, 158.35, 369.47 y 158.35 respectivamente para cada producto, para mayor detalle consultar *Tabla 44*.

Por otro lado, en relación con la h-H asignadas, la producción en packs/h-H para Bum (270 ml.) ha aumentado de 10.30 a 17.43, Bum de (450) ml. de 12.19 a 20.92, Trifrut de 9.88 a 17.12, Jugosos de 17.23 a 29.42 y Bambino de 10.61 a 18.83, tal y como se muestra en la *Tabla 45*.

Respecto a la cantidad de packs que se fabrican por cada sol de inversión en mano de obra, el número de packs/ cada sol de mano de obra aumenta de 3.36 a 5.93 de manera proporcional para cada producto, así como se muestra en la *Tabla 46*.

En cuanto a la productividad del factor material, la cantidad de Materia Prima más Insumos que se Utiliza para la Producción, corresponde a Bum de (270 ml.) 46800 litros, Bum (450 ml.) 34800 litros, Trifrut 18000 litros, Jugosos 42000 litros y Bambino 18000 litros, como se aprecia en la *Tabla 47*.

Cantidad de packs producidos por cada Litro de materia prima más insumos aumenta para Bum de (270 ml.) 0.150 a 0.153, Bum (450 ml.) de 0.177 a 0.184, Trifrut de 0.144 a 0.151, Jugosos de 0.251 a 0.259 y Bambino de 0.154 a 0.166, como se aprecia en la *Tabla 48*.

Con referencia la cantidad de packs que se producen por cada sol de materia prima más insumos para Bum de (270ml.) aumenta de 0.16 a 0.17, para Bum (450 ml.)

de 0.28 a 0.29, para Trifrut de 0.24 a 0.25, para Jugosos de 0.30 a 0.31 y para Bambino de 0.27 a 0.28, información detallada en la *Tabla 49*.

En la *Tabla 50* se plasma la cantidad de mermas por mes expresadas en litros las cuales disminuyen debido a que se realiza una mejor calibración en la máquina llenadora, la cual en un nivel óptimo de calibración según su diseño de fabricación tiene un margen de error en el llenado de 0.62%, con un nivel de aprovechamiento de 99.38% lo que indica que la merma disminuye para Bum de (270ml.) de 1111.3 a 290.16, Bum (450 ml.) 1196.4 a 215.76, Trifrut de 722.9 a 111.6, Jugosos de 1272.6 a 260.40 y Bambino de 1100 a 111.60. Aplicando la propuesta, las pérdidas económicas a causa de las mermas disminuyen de S/. 7654.03 a S/. 1427.04, tal y como se detalla en la *Tabla 51*.

En cuanto al factor equipo, el número de botellas por minuto producidas por cada máquina, tanto para máquina llenadora, la tapadora manual y el horno termocontraible, la cual se detalla en la *tabla 52*.

Por otro lado, con la propuesta se logra mejorar la producción en packs producidos por cada hora máquina, lo cual sube de 160 a 200 packs/h-m de Bum (270ml.), 240 a 300 packs/h-m de Bum (450 ml.), 200 a 250 packs/h-m Trifrut, 320 a 400 packs/h-m jugosos y 240 a 300 packs/h-m, mayor detalle en la *tabla 53*.

Los CIF que asumiría la Embotelladora asciende a S/. 9098.95 correspondiente a la mejora, de tal manera en promedio pertenece 3.31 packs por CIF de producto. Datos que se detallan en las *Tablas 54 y 55*.

Con respecto a la propuesta de mejora la nueva productividad global se estima en 0.2211 packs/sol, por consiguiente, se llega a determinar que la productividad aumentó en 5.49 %, obtenido calculando la variación porcentual de la productividad global actual con la productividad global de la mejora propuesta.

CAPÍTULO V: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

Nombre de la empresa: Embotelladora Wara S.A.C. dedicada a la elaboración de citrus punch (bebidas cítricas) y néctar, con cuatro marcas en el mercado Bum 270 y 450 ml., Trifrut, Bambino y Jugosos.

5.1. Identificación del área a mejorar.

En el análisis de la situación actual de la empresa se evidencia la problemática que existe en el área de producción y los factores que afectan la productividad de la Embotelladora Wara S.A.C. Mediante el estudio se recopiló información, la cual se obtuvo a través de la observación directa y el análisis de los documentos de la Empresa. A continuación, se propone el plan de manera detallada: PLAN DE MEJORA BASADO EN LA TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMBOTELLADORA WARAS.A.C. CHICLAYO – 2016.

5.2. Objetivo de la propuesta.

El objetivo del presente plan es incrementar la productividad del área de producción, aplicando la Teoría de Restricciones.

5.3. Fundamentación de la propuesta de mejora.

La propuesta de mejora planteada se fundamenta en la teoría de restricciones, la misma que proporciona una metodología para identificar el problema principal (restricción), el mismo que ocasiona el resto de problemas en el área de estudio; y luego explotar dicha restricción, es decir, hacer que la restricción trabaje a su máxima capacidad, utilizando sólo los recursos existentes; subordinar todas las actividades al mismo ritmo de la restricción.

5.4. Propuestas de Mejora.

Una vez conocida la problemática, lo que se pretende es aplicar acciones de mejora mediante la utilización de la Teoría de Restricciones; así mismo, lograr una mejora continua en el área de producción, la cual tenga una contribución en el incremento de la productividad del área de producción de la empresa.

El presente trabajo no se implementará, pero si permitirá a la empresa tener un enfoque de las mejoras, que se pueden realizar con respecto a los cuellos de botella identificados.

A. Llenado incompleto y rebose de botellas.

Para esto es importante tener en cuenta una mejor calibración de la máquina llenadora, ya que si se tiene en cuenta la calibración de los sensores de llenado, de acuerdo al diseño de fabricación, con el margen de error de 0.62%; es decir, con un nivel de aprovechamiento de 99.38%, ocasionará una disminución de mermas de materia prima de 5403.2 litros/mes a 989.52 litros/mes, lo que equivale a una reducción de pérdidas económicas de S/.7654.03 a S/.1427.04; para mayor detalle de la información, consultar las *Tablas 45 y 46*.

B. Desperdicio de tiempo en la estación de tapado para completar botellas mal llenadas.

Como se pudo determinar en el paso de explotar la restricción, el desperdicio de tiempo en la estación de tapado, es generado por el ingreso de botellas incompletas que no tienen el nivel del líquido requerido, que provienen de la estación de llenado, de tal manera que se propone realizar un mejor calibrado a la máquina llenadora, de modo que se ahorrarán 9 segundos por cada minuto, lo que equivale a un ahorro de 81 minutos por turno de 9 horas al día en la estación de tapado, lo que corresponde un adicional para Bum (270 ml.) en 9 botellas/minuto, Bum (450 ml.) en 6 botellas/minuto, Trifrut en 5 botellas/minuto, Jugosos en 7 botellas/minuto y Bambino en 6 botellas/minuto, así como se observa en la *Tabla 27*.

C. Elevar el Cuello de Botella.

Para dar solución a este problema hemos considerado, que la empresa tiene que invertir en agregar dos inyectores o válvulas de llenado a la máquina llenadora de manera que ésta incremente su capacidad máxima de llenado por minuto.

Tabla 56: Aumento de la producción después de elevar el cuello de botella

PRODUCTO	Aumento de la producción	
	botellas/minuto	
	Antes	después
Bum (270 ml)	64	80
Bum (450 ml)	48	60
Trifrut (550 ml)	40	50
Jugosos (320 ml)	64	80
Bambino (500 ml)	48	60

Interpretación

La *Tabla 56* muestra el aumento de la capacidad de producción en botellas por minuto, antes y después de elevar el cuello de botella que corresponde a la estación de llenado.

Tabla 57: Aumento de la Producción en Packs mensuales después de elevar la restricción

PRODUCTO	Aumento de la Producción en Packs por mes	
	Packs/Mes	
	Antes	Después
Bum (270 ml)	5662	7177
Bum (450 ml)	5001	6404
Trifrut (550 ml)	2027	2710
Jugosos (320 ml)	8471	10870
Bambino (500 ml)	2283	2981
Total	23444	30143

Interpretación

La *Tabla 57* muestra la comparación de la producción (packs/mes) antes y después de elevar la restricción. Para mayor detalle consultar la *Tabla 39*.

Tabla 58: Variación de packs incumplidos

PRODUCTO	PACKS INCUMPLIDOS/MES		
	ANTES	DESPUÉS	Variación
Bum (270 ml)	1649	134	1515
Bum (450 ml)	1419	16	1403
Trifrut (550 ml)	840	157	683
Jugosos (320 ml)	4254	1855	2399
Bambino (500 ml)	814	116	698

Interpretación

En la *Tabla 58* se deja ver la variación que habría en el incumplimiento de packs al mes si se aplica la propuesta, datos obtenidos de la resta del número de packs incumplidos de la *Tabla 9* menos el número de packs incumplidos de la *Tabla 40*.

Al aumentar la capacidad en la estación de llenado, con el fin de equilibrar la línea se recomienda que la empresa invierta en la adquisición de una máquina tapadora-selladora, de la cual se muestra sus especificaciones a continuación:

MÁQUINA TAPADORA SELLADORA	
Costo	S/. 30231
Potencia	0.75 Kw/hora
Capacidad de diámetro tapa	20 mm. – 55 mm.
Capacidad de diámetro de botella	20 mm. – 115 mm.
Altura de la botella	80 mm. – 320 mm.
Presión de aire de trabajo	0.4 – 0.6 Mpa.
Velocidad de tapado	0 – 80 botellas/minuto
Peso de la Máquina	290 Kg.
Dimensión de la máquina	2400*575*1600 mm.
N° de boquillas de tapado	1



Figura 23. Máquina Tapadora-Selladora.

5.5. Análisis Beneficio/costo de la Propuesta.

La propuesta se plantea la implementación de dos inyectores a la máquina llenadora y una máquina tapadora-selladora, más una faja transportadora, lo cual genera una inversión de S/. 42236.20, como se puede apreciar detallado en la *tabla 59*.

Tabla 59: Costos de inversión para implementar la propuesta de mejora

Costos de la Propuesta	
Máquina Tapadora y Selladora	S/. 30,231.00
1 Faja transportadora	S/. 9,405.20
Instalación	S/. 1,000.00
Mantenimiento /año	S/. 1000.00
2 Inyectores	S/. 600.00
Total	S/. 42,236.20

Descripción

La Tabla 59 detalla los costos de implementar la propuesta de mejora.

La aplicación de la propuesta genera un aumento en la producción y por ende un incremento en las ventas de la Embotelladora como se detalla en la tabla 60.

Tabla 60: Incremento de ventas generado por la aplicación de la propuesta

PRODUCTO	INCREMENTO DE VENTAS					
	VALOR VENTA	PACKS/MES	VENTAS ACTUAL	PACKS/MES	VENTAS-PROPUESTA	INCREMENTO
Bum (270 ml)	S/. 7.6	5662	S/. 43,029.93	7177	S/. 54,548.58	S/. 11,518.64
Bum (450 ml)	S/. 5.9	5001	S/. 29,503.93	6404	S/. 37,786.48	S/. 8,282.55
Trifrut (550 ml)	S/. 7.2	2027	S/. 14,593.20	2710	S/. 19,514.62	S/. 4,921.42
Jugosos (320 ml)	S/. 5.8	8471	S/. 49,129.87	10870	S/. 63,044.19	S/. 13,914.32
Bambino (500 ml)	S/. 6.4	2283	S/. 14,613.33	2981	S/. 19,080.96	S/. 4,467.63
TOTAL	S/. 6.43	23444	S/. 150,779.49	30142	S/. 193,838.6	S/. S/. 43,104. 56

Descripción

La tabla 60 se presenta el incremento en unidades monetarias que se logran mediante la aplicación de la propuesta, primero se multiplica el valor venta por la producción actual expresado en packs/mes, de igual manera se multiplica el valor venta por la producción de la propuesta expresado en packs/mes; luego para encontrar el incremento de ingresos, se resta las ventas actuales menos las ventas que se generan con la propuesta.

Para encontrar todos los ingresos anuales logrados con la propuesta planteada se ha tenido que multiplicar el total de los ingresos mensuales de ventas de la tabla 59 por los doce meses del año y por la rentabilidad de la empresa que es de 15%; a ello se le agrega la suma del ahorro de la mano de obra directa en el área de

producción, ya que mediante la propuesta se logra disminuir dos operarios en dicha área, para mayor detalle ver la *tabla 61*.

Tabla 61: *Resumen de los ingresos que se obtienen de la aplicación de la propuesta*

Descripción	INGRESOS DE LA PROPUESTA	
	Mes	Año
Beneficio por incremento de ventas	S/. 6,465.68	S/. 77,588.21
Ahorros de M.O. directa (2)	S/. 1,886.67	S/. 22,640.04
TOTAL DE INGRESOS	S/. 8,352.35	S/. 100,228.25

Descripción

La *tabla 61* se muestra el total de ingresos de la propuesta tanto mensual como por año, encontrados de la suma del incremento de ventas de la *tabla 60*, más el ahorro de la mano de obra directa.

Tabla 62: *Tiempo en que se recupera la inversión de la propuesta*

Ingresos de la propuesta al año	S/. 100,228.25
Costo de la Inversión	S/. 42,236.20

Mes	Recuperación de la inversión
0	0
1	S/. 8,352.35
2	S/. 16,704.71
3	S/. 25,057.06
4	S/. 33,409.42
5	S/. 41,761.77
6	S/. 50,114.13

Descripción

La *tabla 62* se muestra el tiempo en que se logra recuperar toda la inversión de la propuesta en caso de que se aplique, esto se calcula con la inversión de la *tabla 59*

con la ganancia que tiene la rentabilidad del 15% como se muestra en la tabla 61, y se demuestra que se recuperará la inversión tan solo en seis meses.

Para poder encontrar el Beneficio/Costo se utiliza la ecuación 37:

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{costo}} = \frac{\text{ingresos de la propuesta}}{\text{costos}} \quad (37)$$

La aplicación de la ecuación 37, ha dado como resultado la ecuación 38, donde se ha dividido los datos de la tabla 51 entre los datos de la tabla 50; es decir, los ingresos logrados mediante la propuesta entre la inversión que se plantea que asumirá la Embotelladora Wara S.A.C.

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{costo}} = \frac{S/.100,228.25}{S/.42,236.20} = 2.37 \quad (38)$$

Interpretación

Tenemos que el beneficio/costo es de S/.2.37 lo que indica que por cada sol que se invierta en la propuesta se recuperará 2.37 Soles. En este caso la ganancia sería de 1.37 Soles. De acuerdo a la relación Beneficio/Costo de nuestro proyecto, 2.37, se puede afirmar que la propuesta es económicamente viable, por ser mayor a 1.

Cronograma para la implementación de la propuesta de mejora.

ACTIVIDAD		SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							Mantenimiento/Año	RESPONSABLE						
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D								
Instalación 2 Inyectores																													Encargado de mantenimiento de la empresa	
Calibrado de la máquina llenadora																												4		
Instalación de Máquina Tapadora	Posición y Ubicación																											2	Encargado de mantenimiento de la empresa. Personal enviado por la empresa a la cual se compró la máquina.	
	Tendido Eléctrico																													
	Ensamblaje en línea																													
	Puesto en marcha y calibración																													
1 Faja transportadora																												2	Encargado de mantenimiento de la empresa	

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones.

- a) Se logró diagnosticar los procesos actuales que se realizan en el área de producción de la Embotelladora Wara S.A.C., encontrando inicialmente como restricción la estación de tapado de la línea de producción con un ciclo de 0.39 para Bum (270ml.), 0.27 para Bum de (450 ml.), 0.34 para Trifrut, 0.23 para Jugosos y 0.29 para Bambino.
- b) Mediante el plan de mejora se logrará incrementar la productividad en el área de producción de la Embotelladora Wara S.A.C., la cual se sustenta en que la productividad inicial era de 0.2096 packs/sol y mediante la propuesta basada en la Teoría de Restricciones se aumentó a 0.2211 pack/sol, teniendo una variación porcentual de 5.49%.
- c) Se consiguió un incremento de la productividad del factor materia prima expresado en Packs/sol de materia prima para Bum (270 ml.) de 0.16 a 0.17, para Bum (450 ml.) de 0.28 a 0.29, para Trifrut de 0.24 a 0.25, para Jugosos de 0.30 a 0.31 y para Bambino de 0.27 a 0.28; así mismo en el factor mano de obra se incrementó de 708 a 1196 packs/operario, 625 a 1067 packs/operario, 253 a 452 packs/operario, 1059 a 1812 packs/operario y 285 a 497 packs/operario respectivamente para cada producto; y en lo que respecta al indicador de packs/h-H se incrementó de 10.30 a 17.43, de 12.19 a 20.92, de 9.88 a 17.12, de 17.23 a 29.42 y de 10.61 a 18.83 de acuerdo a cada producto.
- d) Basándonos en los resultados obtenidos al evaluar la productividad inicial y basándonos en la Teoría de Restricciones se logró elaborar una propuesta de mejora en el área de producción planteando agregar dos inyectores más a la máquina llenadora y tener mayor control en la calibración de la máquina llenadora de manera que se trabaje con el margen de error de 0.62% con el cual ha sido diseñada, así como también la adquisición de una máquina tapadora-selladora más una faja transportadora adicional, para lograr un equilibrio en la línea de producción, la propuesta de mejora tiene un costo de S/. 42,236.20.
- e) Al analizar económicamente la propuesta obtuvimos un beneficio/costo de 2.37 lo que indica que por cada sol invertido se tendrá un retorno de S/. 2.37, es decir, una ganancia de S/. 1.37.

6.2. Recomendaciones

- a) Es importante mantener un proceso de mejora continua que facilite seguir explotando las oportunidades que se puedan dar en el área de producción de tal manera se recomienda a la empresa seguir mejorando continuamente en sus procesos productivos.
- b) Aplicar constantemente la Teoría de restricciones en el área de producción, así como también en las distintas áreas de la empresa donde haya deficiencias, de tal manera que se logre identificar las nuevas restricciones que limitan lograr la rentabilidad esperada por la empresa.
- c) Se recomienda aplicar la propuesta de mejora, ya que dicha propuesta aumentaría la productividad, la cual se sustenta hallando la variación del incremento de la productividad global, así como también mejorar la utilización de la materia prima y de la mano de obra.
- d) Se recomienda capacitar constantemente a sus trabajadores de manera que logren realizar sus actividades o tareas de manera eficiente, así mismo considerar la motivación del personal ya que este es el recurso más valioso de la empresa y de su desempeño depende lograr sus objetivos.
- e) También se sugiere que se realice mantenimiento a su maquinaria, así como también se realice una inspección de los sensores con los que trabajan las máquinas para asegurarse de que estos funcionen en óptimas condiciones, y así evitar imprevistos que afecten la producción.

Referencias bibliográficas

- Adanaqué y Llontop (2013). *Diseño de Balance de línea, para aumentar la productividad del recurso humano en la línea de producción de frijol de palo en conserva, en la empresa procesadora Perú S.A.C. Chiclayo 2013* – (tesis de pregrado) - Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Perú.
- Alteco consultores (S/F). *El ciclo PDCA de Mejora Continua*. Recuperado de, <http://goo.gl/kfjsqG>.
- Alvarez (2013). *La medición de la eficiencia y la productividad*. Larousse - Ediciones Pirámide.
- Alvarez C. y De La Jara P. (2012). *Análisis y mejora de procesos en una empresa de bebidas rehidratantes* – PUCP – Lima, Perú.
- Baca, Cruz, Cristóbal, Baca, Gutiérrez, Pacheco, Rivera, Rivera (2007). *Introducción a la Ingeniería Industrial (1^{ra} ed.)* – Grupo Editorial Patria – México.
- Bain (2005). *Productividad: la solución a los problemas de la empresa*. McGraw-Hill Interamericana.
- Blog Teoría de Restricciones (2013). Recuperado de, <http://goo.gl/NfZOW4>
- Bonilla, Díaz, Kleeberg y Noriega (2012). *Mejora Continua De Los Procesos Técnicas y Herramientas*. Universidad de Lima Fondo Editorial. Lima-Perú.
- Campos (2014). *Estudio de Tiempos y Movimientos Para Mejorar la Productividad en el Área de Producción de la Fábrica de Dulces Sipán S.A.C.* – (Tesis de pregrado) - Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Perú.
- Carranza (2012). *Programación con cargas finitas e infinitas*. Recuperado de, <http://goo.gl/nMAISN>
- Carro R. y Gonzales D. (S/F). *Productividad y Competitividad* – Universidad Nacional de Mar del Plata – Buenos Aires, Argentina.

- Castro V. (2012). *Teoría de restricciones aplicado a los procesos productivos de conserva de Pimiento Morrón en una empresa del sector Agroindustrial de Lambayeque* – (Tesis de Pregrado), Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú.
- Chase, Jacobs y Aquilano (2009). *Administración de Operaciones, 12 edición* - Interamericana Editores. México.
- Constante J. (2014). *Mejoramiento de la producción de una planta de cerveza súper línea de cervecería nacional* – (Tesis de pregrado) - Universidad de Guayaquil – Guayaquil, Ecuador.
- García A. (2011). *Productividad y reducción de costos para la pequeña y mediana empresa (2^{da} ed.)*. Editorial TRILLAS. México.
- Gonzales (2010). *Gestión de la productividad. 21 ed.* – Ideas Propias Editorial – México.
- Heizer y Render (2009). *Principios de Administración de Operaciones. Séptima edición*. Person Educación - México.
- Hernandez N. (2015). *Propuesta de mejora de la producción para la empresa tubos y postes Chiclayo s.r.l. aplicando la Teoría de Restricciones* – (Tesis de pregrado) - Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo – Chiclayo, Perú.
- Hernandez, Gómez, Santamaría, Triana, Porras, Castiblanco y Vega (S/F). Recuperado de, <http://goo.gl/G7PW2e>.
- Instituto Americano de Ingenieros Industriales (2016). Recuperado de, <http://goo.gl/zuSPs9>
- Instituto de Economía y Desarrollo Empresarial (2015). Recuperado de, <http://goo.gl/ZsziHV>, <http://goo.gl/sWq2cl> - Fuente diario Gestión – Perú.
- Medina L. y Mejias R. (2013). *Diseño de un plan de acción para la mejora del proceso productivo de una empresa de agua mineral, ubicada en el estado de miranda* – (Tesis de Pregrado), Universidad Andrés Bello – Venezuela.

- Morales I. (2006). *Propuesta para implementar un sistema de programación de la producción, bajo Teoría de Restricciones en una empresa de artes gráficas*– (Tesis de Pregrado), Universidad de Antioquia – Colombia.
- Novoa R. y Terrones M. (2012). *Diseño de mejora de métodos de trabajo y estandarización de tiempos de la planta de producción de embotelladora Trisa EIRL en Cajamarca para aumentar la productividad* – (Tesis de Pregrado) – Universidad Privada del Norte – Cajamarca, Perú.
- Parrales V. y Tamayo J. (2012). *Diseño de un modelo de gestión estratégico para el mejoramiento de la productividad y calidad aplicado a una planta de alimentos balanceados*. – (Tesis de Postgrado) – Escuela Politécnica del Litoral – Guayaquil, Ecuador.
- Pérez A. (2010). *Gestión por Procesos, 4^{ta}. Ed.* – Recuperado de, <https://goo.gl/M3MMcG> - ESIC Editorial - Madrid, España.
- Publicaciones Económica (2015). Recuperado de, <http://goo.gl/da7hf1>.
- Ramírez c. (2010). *Ergonomía y productividad (2da ed.)*. Editorial Limusa S.A. México.
- Reyes (2007). *Teoría de Restricciones*. Recuperado de, www.icicm.com/files/TEORIA_DE_RESTRICCIONES.
- Rimaycuna L. y Túllume K. (2012). *Propuesta de mejora de la productividad en la línea de producción de la embotelladora CALÍN S.A.C – Chiclayo – Lambayeque, 2012* – (Tesis de Pregrado), Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Perú.
- Sánchez N. (2014). *Propuesta de un plan de mejora basado en Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la Empresa Textil Oh! Baby, Chiclayo 2014* – (Tesis de Pregrado), Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Perú.
- Sosa (2009). *Conceptos y herramientas para la mejora continua* – Limusa Noriega Editores – México.
- Tabares M. (2013). *Solución del problema de balanceo de línea con estaciones de trabajo en paralelo, un caso de estudio en el sector de las confecciones* –

(Tesis de Pregrado) - Universidad Tecnológica de Pereira- Risaralda, Colombia.

Teocé consultors (2007). Teoría de Restricciones.

Tuarez C. (2013). *Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación de TPM* – (Tesis de Pregrado) - Escuela Superior Politécnica Del Litoral – Guayaquil, Ecuador.

Viera (2012). *Como administrar la Teoría de Restricciones*- Camara de Medellin. Recuperado de, <https://goo.gl/ffq1Vs>.

Villagómez, Viteri y Medina (2012). *Teoría de Restricciones para procesos de manufactura*- Universidad Tecnológica Equinoccial - Quito-Ecuador.

Rodríguez (2010). *Lista de cotejo*. Recuperado de, <http://goo.gl/Ht5VbZ>.

Peñarola y Osorio (2005). *Elaboración de instrumentos de investigación*. Recuperado de, <https://goo.gl/En2YRZ>.

ANEXOS

ANEXO N° 1: Formato de registro de tiempos

AUTORIZADO POR: OBSERVADO POR:												HOJA N°: FECHA: ESTUDIO N°:		
DEPARTAMENTO:												OPERACIÓN:		
PRODUCTO:												INICIO: TERMIN: TIEMPO TRANSCURRIDO:		
N°	DESCRIPCIÓN	TIEMPOS (min)										CÁLCULO DE TIEMPOS		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	T.P.	T.N.	T.S.
T. P.														
T. N.														
T.S. .														
OBSERVACIONES														
FUENTE: Instituto Politécnico Nacional – México.														

ANEXO N° 2: Guía de observación


Adaptado de Peñaloza y Osorio (2005).

GUÍA DE OBSERVACIÓN		Embotelladora WARA S.A.C.			
REGISTRO DE ACTIVIDADES DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN N°. PROCESO..... ENCARGADO..... FECHA.....					
N°	Actividad a Evaluar	¿Registra Deficiencias?		Observaciones	Comentarios
		SI	NO		
1		SI	NO		
2		SI	NO		
3		SI	NO		
4		SI	NO		
5		SI	NO		

FUENTE: <https://goo.gl/W2FIH9>

ANEXO N° 3: Guía de análisis de documentos

Adaptado de Peñaloza y Osorio (2005).

GUÍA DE ANÁLISIS DE DOCUMENTOS				
DOCUMENTO..... N° ENCARGADO DE ÁREA..... FECHA..... ENCARGADO DEL ANÁLISIS.....				
N°	ARCHIVOS ANALIZADOS	CONTENIDO ANALIZADO	COMENTARIO SEGÚN EL ANÁLISIS	OBSERVACIONES
1				
2				
3				
4				

FUENTE: <https://goo.gl/En2YRZ>

ANEXO N° 4: Registros de producción Brindados por la empresa.

EMBOTELLADORA WARA S.A.C.
 María Guayana Mantecón
 GERENTE GENERAL

01/04/2016

1º Gr	450	222
2º Gr	450	222
3º Gr	450	222
4º Gr	450	220
5º Nj	450	225
6º Nj	450	225
7º Nj	450	224

02/04/2016

1º Gr	450	220
2º Gr	450	220
3º Gr	450	218
4º Nj	450	222

04/04/2016

1º Néctar	320	294
2º Néctar	320	293
3º Néctar	320	293
4º Néctar	320	293

05/04/2016

1º Gr	270	188
2º Gr	270	185
3º Gr	270	187
4º Gr	270	187
5º Nj	270	180
6º Nj	270	177

06/04/2016

1º Nj	270	180
2º Nj	270	180
3º Nj	270	59
4º Brnd. Nj	500ml	415
5º Brnd. Nj	500ml	200
6º Brnd. Nj	500ml	200
7º Brnd. Nj	500ml	200

07/04/2016

1º Brnd. Nj	500ml	435
2º Brnd. Gr	500ml	442
3º Brnd. Gr	500ml	442
4º Brnd. Gr	500ml	441

08/04/2016

1º Néctar	320	305
2º Néctar	320	300
3º Néctar	320	494
4º Brnd. Gr	500ml	488
5º Brnd. Gr	500ml	484

12/04/2016

1º Gr	270	180
2º Gr	270	180
3º Gr	270	44

1/2 unidades

ANEXO N° 5: Llenado de la guía de observación.

GUÍA DE OBSERVACIÓN		Embotelladora WARA S.A.C.			
REGISTRO DE ACTIVIDADES DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN					
N°: <u>01</u>					
PROCESO: <u>Preparación de la bebida.</u>					
ENCARGADO: <u>Johnny Carrasque</u>					
FECHA: <u>02/10/16</u>					
N°	Actividad a Evaluar	¿Registra Deficiencias?		Observaciones	Comentarios
1	Llenado del agua en la marmita para la preparación	SI	NO	Se llena el agua en la marmita la cual tiene una capacidad de 1200 litros.	El agua se llena a un nivel menor a 1200 l. y luego se completa con los insumos
2	Homogenización de los insumos con el agua	SI	NO	Se mide la cantidad de insumos correspondientes y luego se vierte en la marmita donde se mezcla con el agua.	Se homogenizan los insumos mediante agitadores de Paleta (agitadores de hélice)
3	Llenado de botellas	SI	NO	Mal llenado de botellas, los cuños no alcanzan el nivel deseado de líquido. Rebosa de líquido.	Los sensores de llenado de la máquina no se encuentran bien calibrados
4	Tapado	SI	NO	Se emplea tiempo en rellenar botellas que no alcanzan el nivel requerido de líquido.	Es realizada por dos operarios; uno rellena las botellas mal llenadas y coloca las tapas, y el otro operario enrosca las tapas con un tapador manual
5	Empacado	SI	NO	Se colocan las botellas en una manga de plástico termocontraíble. Para luego pasar por el horno termocontraíble.	Es realizado por dos operarios

ANEXO N° 6: Llenado de la guía de análisis de documentos.

GUÍA DE ANÁLISIS DE DOCUMENTOS		Embotelladora WARA S.A.C.		
DOCUMENTO: <u>Registro de producción</u>				
N°: <u>01</u>				
ENCARGADO DE ÁREA: <u>Jhony Cernaque</u>				
FECHA: <u>04/10/16</u>				
ENCARGADO DEL ANÁLISIS: <u>César Santa Cruz</u>				
N°	ARCHIVOS ANALIZADOS	CONTENIDO ANALIZADO	COMENTARIO SEGÚN EL ANÁLISIS	OBSERVACIONES
1	Producción Mes de Abril	Producción Citrus punch BUM 450ml.	Se halló una producción de 5858 packs, los cuales se obtuvieron de 32 lotes.	<ul style="list-style-type: none"> • Cada pack contiene 12 botellas • El lote de producción equivale a 1200 litros de bebida
2	Producción Mes de Mayo	Producción Citrus punch BUM 450ml.	Se registró 4922 packs producidos correspondientes a 28 lotes de producción.	<ul style="list-style-type: none"> • un pack es igual a 12 botellas • un lote es igual a 1200 litros
3	Producción Mes de Junio	Producción Citrus punch BUM 450ml.	Se encontraron registrados 5908 packs, los mismos que fueron obtenidos de 32 lotes de producción.	<ul style="list-style-type: none"> • un pack = 12 botellas • un lote = 1200 l.
4	Producción Mes de Julio	Producción Citrus punch BUM 450ml.	Se registraron 5233 packs los cuales se obtuvieron de 29 lotes de producción.	<ul style="list-style-type: none"> • un pack = 12 botellas • un lote = 1200 l.

ANEXO N° 7: Estación de preparación de Bebida.



ANEXO N° 8: Estaciones de Llenado, Tapado y Empacado



ANEXO N°9: Empacado de botellas.



ANEXO N°10: Salida de packs del horno termocontraible.

