



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ANÁLISIS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE JUGOS
EMBOTELLADOS PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD
DE LA MANO DE OBRA**

Romina Nicole Alvarez D’Incau

Asesorado por el Ingeniero Aldo Ozaeta Santiago

Guatemala, enero de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE JUGOS
EMBOTELLADOS PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD
DE LA MANO DE OBRA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ROMINA NICOLE ALVAREZ D'INCAU
ASESORADO POR EL ING. ALDO OZAETA SANTIAGO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Aldo Ozaeta Santiago
EXAMINADORA	Inga. Milbian Kattina Mendoza Méndez
EXAMINADORA	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ANÁLISIS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE JUGOS EMBOTELLADOS PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 17 de agosto de 2017.

Romina Nicole Alvarez D’Incau

Guatemala, 21 de julio de 2021

Ingeniero Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

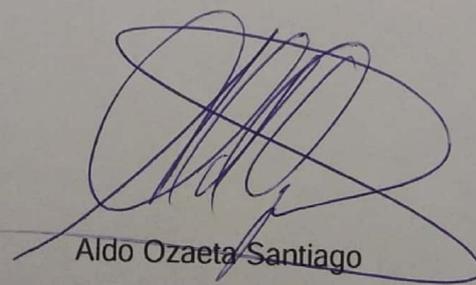
Respetable ingeniero Urquizú

Me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que he realizado la lectura y aprobación del trabajo de graduación de la alumna Romina Nicole Alvarez D'Incau quien se identifica con registro académico No. 201213150 y código único de identificación -CUI- 2308 07208 0101 y quien tiene como tema para proyecto de graduación:

“Análisis de tiempos y movimientos en la línea de producción de jugos embotellados para el incremento de la productividad de la mano de obra”

Sin otro particular me despido

Atentamente,



Aldo Ozaeta Santiago
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado: 1850

Ing. Aldo Ozaeta Santiago
Ingeniero Industrial
Colegiado: 1850



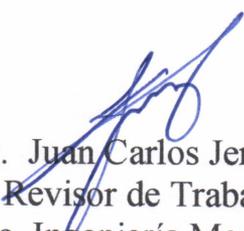
ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.099.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE JUGOS EMBOTELLADOS PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA**, presentado por la estudiante universitaria **Romina Nicole Alvarez D'Incau**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Juan Carlos Jeréz Juárez
Ingeniero Industrial
Col. 13,614



Ing. Juan Carlos Jerez Juárez
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2021.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

LNG.DIRECTOR.006.EMI.2022

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **ANÁLISIS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA LINEA DE PRODUCCION DE JUGOS EMBOTELLADOS PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA**, presentado por: **Romina Nicole Alvarez D'Incau**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas
Motivo: Ingeniero Industrial
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería
Mecánica Industrial, USAC
Colegiado 4.272. Periodo: enero a marzo año 2022

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, enero de 2022

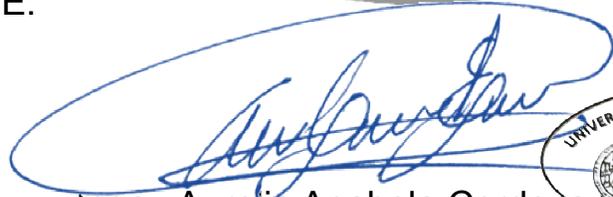
Facultad de Ingeniería

Decanato
24189101-
24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.035.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **ANÁLISIS DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN LA LINEA DE PRODUCCION DE JUGOS EMBOTELLADOS PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA**, presentado por: **Romina Nicole Alvarez D'Incau**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana

Guatemala, enero de 2022

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres

Rubén Alvarez Barrera (q.e.p.d.) y Norma Adriana D'Incau Aralla, por su amor y apoyo incondicional, por guiarme y motivarme a buscar y alcanzar mis sueños; por no dejar que me rindiera.

Mi hija

Lucía Nicole Reyes Alvarez, por ser el motor de inspiración para ser mejor persona día con día.

Mi esposo

Rigoberto Cantoral Villatoro, por apoyarme y no dejar que me rindiera, por ser mi compañero de vida quien me apoya a buscar siempre lo mejor en todos los ámbitos de nuestra vida.

Mis hermanos

Lucrecia María y María Gabriela Alvarez Hernández; Sabrina Alejandra, Priscila Elena Facundo Ariel y Camila Andrea Alvarez D'Incau, por su amor y apoyo incondicional, por motivarme a seguir adelante en todo lo que me propongo.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por brindarme conocimiento y formación profesional y personal a lo largo de los años de estudio.
Facultad de Ingeniería	Por permitirme adquirir conocimientos y experiencias de vida.
Ingeniero Aldo Ozaeta Santiago	Por darme su tiempo, paciencia, transmitirme sus conocimientos y enseñarme a perseverar y luchar por mis sueños.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Descripción de la empresa	1
1.1.1. Actividad que realiza la empresa	1
1.1.2. Descripción y distribución de la planta.....	2
1.1.2.1. Funciones de área	3
1.1.2.2. Mapa de la planta	4
1.1.3. Organización interna de la empresa	5
1.1.3.1. Organigrama.....	5
1.1.3.2. Descripción de puestos	6
1.2. Planeamiento de la distribución interna y del manejo de materiales	16
1.2.1. Cuello de botella	16
1.2.2. Tiempo de ocio	16
1.2.3. Eficiencia	16
1.2.4. Diagrama de proceso	17
1.2.5. Diagrama de flujo.....	19
1.2.6. Diagrama de recorrido	21
1.3. Base teórica.....	22

1.3.1.	Estudio de tiempos y movimientos	22
1.3.2.	Principios de economía de movimientos	24
1.3.3.	Calificación de desempeño	24
1.3.4.	Diseño del lugar de trabajo.....	26
1.3.5.	Diagrama de operaciones	27
1.3.6.	Diagrama de flujo del proceso.....	28
1.3.7.	Diagrama de recorrido.....	29
1.3.8.	Diagrama bimanual	30
1.3.9.	Diagrama de procesos hombre-máquina	30
1.3.10.	Balance de líneas.....	31
2.	SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN	35
2.1.	Descripción del producto.....	35
2.2.	Materia prima	36
2.3.	Descripción del equipo.....	36
2.3.1.	Maquinaria.....	38
2.4.	Descripción del proceso	38
2.4.1.	Descripción de las operaciones del proceso	38
2.4.2.	Líneas de producción	40
2.4.3.	Análisis del personal	41
2.4.4.	Jornada laboral.....	57
2.5.	Tiempos de observación	57
2.5.1.	División de la operación en elementos.....	57
2.5.2.	Número de ciclos por estudiar.....	59
2.5.3.	Factor de actuación de los operarios	60
2.5.4.	Cálculo de suplementos	62
2.6.	Tiempos estándar de la línea	64

3.	PROPUESTA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN	69
3.1.	Características del proceso	69
3.1.1.	Distribución en planta	70
3.1.2.	Diagramación.....	70
3.1.3.	Línea de producción	72
3.1.4.	Manejo de materiales	73
3.1.5.	Características del personal	73
3.2.	Estudio de tiempos	75
3.2.1.	Calificación de operario	76
3.2.2.	Método para la toma de tiempos	76
3.2.3.	Concesiones.....	77
3.2.4.	Cálculo de tiempos estándar	77
3.2.5.	Cálculo de eficiencia.....	78
3.2.6.	Balanceo de línea	80
3.3.	Condiciones del área de trabajo	81
3.3.1.	Protección personal	81
3.3.2.	Ergonomía	82
3.3.3.	Ambiente laboral.....	83
3.3.4.	Iluminación.....	83
3.3.5.	Ruido	84
3.4.	Mantenimiento maquinaria y equipo	84
3.4.1.	Mantenimiento preventivo.....	85
3.4.2.	Mantenimiento correctivo.....	85
3.5.	Control de la calidad.....	86
3.5.1.	Control de la calidad en la recepción de materia prima.....	86
3.5.2.	Control de la calidad en proceso de producción	86
3.5.3.	Control de la calidad en producto terminado	87

4.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	89
4.1.	Documentación de procedimientos	89
4.1.1.	Procedimiento de control de materiales	90
4.1.2.	Procedimiento de estudio de tiempos y movimientos	92
4.1.3.	Procedimiento de control de calidad	94
4.1.4.	Procedimiento de mantenimiento de maquinaria y equipo.....	95
4.2.	Guía de capacitación de personal.....	96
4.2.1.	Resistencia al cambio	97
4.2.2.	Pruebas en la línea de producción	98
4.3.	Costos de implementación de los métodos.....	99
5.	SEGUIMIENTO.....	101
5.1.	Evaluación de resultados	101
5.1.1.	Corrección y ajustes de los métodos y técnicas... ..	102
5.2.	Revisión de la guía de capacitación de personal	102
5.3.	Utilización de formatos	103
5.3.1.	Estudio de tiempos.....	103
5.3.2.	Medición de eficiencia	104
5.3.3.	Medición de productividad de mano de obra.....	105
5.3.4.	Control de calidad en la línea	105
	CONCLUSIONES.....	107
	RECOMENDACIONES	109
	BIBLIOGRAFÍA.....	111
	ANEXO.....	113

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de planta	5
2.	Organigrama	6
3.	Diagrama de proceso	18
4.	Diagrama de flujo	19
5.	Diagrama de flujo resumen	20
6.	Diagrama de recorrido.....	21
7.	Equipo de protección.....	37
8.	Diagrama de proceso jugo pasteurizado	69
9.	Diagrama propuesto.....	71
10.	Diagrama causa y efecto.....	72
11.	Pareto incidencia planta	80
12.	Equipo de protección en planta	82
13.	Programa de mantenimiento programado	85
14.	Propuesta de flujo de compra de materiales	91
15.	Formato de toma de tiempos	93
16.	Protocolo de calidad de materia prima	94
17.	Mantenimiento preventivo contra correctivo	95
18.	Distribución de mantenimientos de planta.....	96
19.	Lista de control capacitación	97
20.	Proyección de ahorro 2021 planta de producción	100
21.	Análisis de merma general.....	101
22.	Cumplimiento de capacitación	102
23.	Formato para el estudio de tiempos	103

24.	Eficiencia abril 2020.....	104
25.	Horas extras	105

TABLAS

I.	Familia de productos.....	2
II.	Factores de desempeño	25
III.	Tabla de calificaciones.....	26
IV.	Simbología de diagrama de proceso	28
V.	Tabla de diagrama de flujo.....	28
VI.	Presentaciones en producción.....	35
VII.	Equipo de protección	37
VIII.	Análisis de lugar de trabajo extracción.....	41
IX.	Análisis de lugar de trabajo exprimido	42
X.	Análisis de lugar de trabajo llenado uno	43
XI.	Análisis de lugar de trabajo llenado dos.....	44
XII.	Análisis del lugar de trabajo llenado tres.....	45
XIII.	Análisis de lugar de trabajo llenado cuadro	46
XIV.	Análisis de lugar de trabajo llenado cinco	47
XV.	Análisis del lugar de trabajo llenado seis	48
XVI.	Calificación de puesto extracción.....	49
XVII.	Calificación de puesto exprimido	50
XVIII.	Calificación del puesto llenado.....	51
XIX.	Calificación de puesto colocador	52
XX.	Calificación de puesto llenadora	53
XXI.	Calificación de puesto colocador	54
XXII.	Calificación de puesto verificador	55
XXIII.	Calificación de puesto despachador	56
XXIV.	Tabla de ciclos	59

XXV.	Tabla de ciclos dos.....	59
XXVI.	Habilidades.....	60
XXVII.	Esfuerzo	61
XXVIII.	Condiciones de trabajo.....	61
XXIX.	Consistencia.....	62
XXX.	Tabla de suplementos	62
XXXI.	Tiempo promedio línea uno.....	64
XXXII.	Tiempo promedio línea dos	65
XXXIII.	Tiempo normal línea uno.....	65
XXXIV.	Tiempo normal línea dos	66
XXXV.	Tiempo estándar línea uno.....	66
XXXVI.	Tiempo estándar línea dos	67
XXXVII.	Competencias del personal de producción.....	74
XXXVIII.	Toma de tiempos.....	76
XXXIX.	Tiempo estándar	78
XL.	Incidencia en planta	79
XLI.	Plan de implementación	89
XLII.	Costos de implementación	99

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Grados centígrados
ml	Mililitro
%	Porcentaje

GLOSARIO

Automatizar	Uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para fines industriales o de producción.
Arancel	Tributo que se aplica a todos los bienes que son objeto de importación.
Batch	Cantidad mínima de corrida en producción, garantizando rentabilidad en la misma.
Cítrico	El género citrus, cuyo término común es cítrico, designa las especies de grandes arbustos o arbolillos perennes de la familia de las rutáceas cuyos frutos o frutas poseen un alto contenido en vitamina C y ácido cítrico, el cual les proporciona ese sabor ácido tan característico.
Consistencia	Consistencia o consistencia lógica es la propiedad que tienen los sistemas formales cuando no es posible deducir una contradicción dentro del sistema. Es decir, dado un lenguaje formal y un aparato deductivo, no es posible deducir una fórmula y su negación.

Costo	También llamado coste, es el egreso económico ocasionado por la producción de algún bien o la oferta de algún servicio que tiene valor agregado.
Cronometro	Es un reloj cuya precisión ha sido comprobada y certificada por algún instituto o centro de control de precisión.
Cuello de botella	Se denomina a todo elemento que disminuye o afecta el proceso de producción en una empresa. Se denomina así a aquellas actividades que disminuyen el proceso de producción, incrementando los tiempos de espera y reduciendo la productividad, lo cual genera un aumento en el costo final del producto.
Desempeño	Rendimiento laboral y la actuación que manifiesta el trabajador al efectuar las funciones y tareas principales que exige su cargo en el contexto laboral específico de actuación, lo cual permite demostrar su idoneidad.
Eficiencia	Es la capacidad de obtener la mayor cantidad de producción, con la menor cantidad de insumos, se conoce como hacer las cosas correctamente.
Eficiente	Que realiza o cumple un trabajo o función a la perfección.

Embotellado	Introducir un líquido en una botella generalmente de vidrio.
Envasado	Método para conserva de alimentos, consiste en calentarlos a una temperatura que destruya los posibles microorganismos presentes y sellarlos en tarros, latas o bolsas herméticas.
Envase	Recipiente que facilita la conservación y transporte del producto que contiene, en especial un alimento.
Esfuerzo	Acción de emplear gran fuerza física o mental con algún fin determinado.
Habilidad	Capacidad de una persona para hacer una cosa correctamente y con facilidad.
HACCP	El análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC o HACCP, por sus siglas en inglés) es un proceso sistemático preventivo para garantizar la inocuidad alimentaria, de forma lógica y objetiva.
Jornada de trabajo	Hace referencia al número de horas que el trabajador trabaja efectivamente en una semana. Puede referirse también al cómputo semanal, mensual o anual de tiempo trabajado.
Línea de producción	Es un conjunto de operaciones secuenciales en una fábrica de materiales, que se ponen a través de un

proceso para producir un producto final que es adecuado para su posterior consumo.

Mano de obra

Es el esfuerzo físico y mental que emplea una persona para fabricar, mantener o reparar un bien, en particular.

Maquinaria

Conjunto de elementos móviles y fijos cuyo funcionamiento posibilita aprovechar, dirigir, regular o transformar energía, o realizar un trabajo con un fin determinado.

Materia prima

Se conoce como materia prima a la materia extraída de la naturaleza y que se transforma para elaborar materiales que más tarde se convertirán en bienes de consumo.

Microsoft office

Microsoft Office es una suite ofimática que abarca el mercado completo en Internet e interrelaciona aplicaciones de escritorio, servidores y servicios para los sistemas operativos *Microsoft Windows, Mac OS X, iOS y Android*.

Néctar

El néctar es una solución acuosa más o menos concentrada de azúcares, aminoácidos, iones minerales y sustancias aromáticas. Es producido por las flores como atrayente y recompensa para los animales que realizan el servicio de la polinización.

Organigrama	Representación gráfica de la estructura de una empresa o cualquier otra organización, que incluye las estructuras departamentales y, en algunos casos, las personas que las dirigen hacen un esquema sobre las relaciones jerárquicas y competenciales de vigor.
OHSAS 18001	Un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional (SGSSO) ayuda a proteger a la empresa y a sus empleados. OHSAS 18001 es una especificación internacionalmente aceptada que define los requisitos para el establecimiento, implantación y operación de un sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional efectivo.
Pasteurización	Procedimiento que consiste en someter un alimento, generalmente líquido, a una temperatura aproximada de 80 grados durante un corto período de tiempo enfriándolo después rápidamente, con el fin de destruir los microorganismos sin alterar la composición y cualidades del líquido.
PEPS	El método PEPS (primeras entradas; primeras salidas) consiste en tener identificados los productos que ingresaron primero para darle salida inmediata del almacén; ya sea por venta o traspaso.
Productividad	La productividad es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.

Producto terminado	Los fabricados por la empresa y destinados al consumo final o a su utilización por otras empresas.
Ruido	Es la sensación auditiva inarticulada, generalmente desagradable. En el medio ambiente, se define como todo lo molesto para el oído o, más exactamente, como todo sonido no deseado.
SAP	El sistema SAP o (<i>Systems, Applications, Products in Data Processing</i>), es un sistema informático que le permite a las empresas administrar su recurso humano, recursos financieros-contables, productivos, logísticos y más.
Tiempo de ocio	Es el tiempo de una persona para descansar y aprovecharlo en actividades que no sean meramente laborales, es un tiempo para realizar todo aquello que al individuo le guste y le divierta. La palabra ocio es de origen latín <i>otium</i> que significa reposo.

RESUMEN

La empresa de jugos embotellados objeto de este estudio de tesis fue creada en 2004 y desde entonces se ha convertido en una de las líderes del mercado nacional de jugos naturales en Guatemala. Todos sus productos se elaboran en la misma línea de producción. Se encuentra ubicada en una bodega en la zona 4 de Mixco.

Desde sus inicios la empresa ha estado mejorando su proceso de producción, pero este aún sigue siendo semiautomático, debido al tamaño de la bodega donde se encuentran lo que ha hecho imposible automatizar toda la producción.

En la empresa nunca se ha realizado un estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción, a pesar de que han tratado de estandarizar la forma en que los trabajadores realizan sus procesos en sus puestos de trabajo. Estos toman más tiempo del deseado, por lo que los cuellos de botella en la producción son las áreas que no están automatizadas y no se ha especificado cómo deben estar estructuradas las áreas de trabajo así que cada trabajador la ha adecuado a su forma de desempeño.

Este trabajo de graduación pretende, por medio de un estudio de tiempos y movimientos, aumentar la productividad de la mano de obra, analizando las estaciones de trabajo y su reestructuración, para eliminar los movimientos improductivos y así reducir el tiempo que toma la realización de cada proceso.

OBJETIVOS

General

Realizar un estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de jugos embotellados para mejorar los tiempos de producción y así lograr incrementar la productividad de la mano de obra.

Específicos

1. Analizar los métodos actuales de trabajo con diagramas hombre-máquina, y diagramas de flujo del proceso para proponer nuevos o mejores métodos que permitan incrementar la productividad de mano de obra.
2. Actualizar los procesos mediante los diagramas de flujo de proceso y diagrama de recorrido del proceso para mejorar el control de la producción.
3. Analizar las estaciones de trabajo y proponer mejores técnicas para realizar las tareas de una forma más eficiente.
4. Determinar tiempos estándar para mejorar la planeación y control de la producción.
5. Detectar tiempos improductivos de los operadores para reducirlos o convertirlos en tiempos productivos.

6. Proponer métodos de mejora para las operaciones en la línea de producción de jugos embotellados.

INTRODUCCIÓN

Realizar un estudio de tiempos y movimientos es importante en cualquier empresa donde se realicen procesos de producción, tal el caso de una empresa de jugos embotellados, en la cual el proceso es semiautomático, ya que debe existir un estricto control en los tiempos y movimientos de las operaciones para evitar atrasos que impliquen costos o tiempos de ocio de la maquinaria debido al tiempo que tardan los trabajadores en las áreas que aún no están automatizadas.

El estudio de tiempos y movimientos consiste en analizar la situación actual de la empresa respecto de factores que intervienen en el proceso de producción, como la distribución en planta, la distribución de la maquinaria, la línea de producción, las áreas de trabajo, personal y las condiciones laborales, ya que debe existir una adecuada combinación de estos factores para lograr una producción eficiente.

Los resultados del estudio de tiempos y movimientos serán cruciales para la reestructuración de las áreas de trabajo y para lograr un incremento de productividad de la mano de obra y así esto llevará a la optimización de los recursos y reducción de tiempo en la línea de producción.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Descripción de la empresa

La empresa se encarga de la elaboración y embotellamiento de jugos cítricos, néctares de frutas tropicales y bebidas de fruta cumpliendo con los requisitos de sistema de gestión de la calidad e inocuidad ya que manejan el estándar internacional según el código de prácticas para la evaluación de jugos de frutas y vegetales (AIJN) y aplican el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA para la “industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales”.¹ Por lo que tiene un alto estándar de calidad e inocuidad que mantienen en toda su línea de producción.

1.1.1. Actividad que realiza la empresa

La empresa elabora y embotella jugos cítricos, néctares de frutas tropicales y bebidas de fruta en las siguientes presentaciones y sabores:

- Néctar: el néctar es una solución acuosa más o menos concentrada de azúcares, aminoácidos, iones minerales y sustancias aromáticas.
- Cítrico: el género citrus, cuyo término común es cítrico, designa las especies de grandes arbustos o arbolillos perennes de la familia de las rutáceas cuyos frutos o frutas poseen un alto contenido en vitamina C y ácido cítrico, el cual les proporciona ese sabor ácido tan característico.

¹ *Principios generales buenas prácticas de manufactura*. Guatemala, 2000, p.20.

- Jugo: el zumo o jugo de frutas es una sustancia líquida extraída de las frutas, generalmente al exprimirlas por presión, sin embargo, puede incluir un conjunto de procesos intermedios como la: cocción, molienda o centrifugación del producto original.

Se toma un *batch* como trescientos cuarenta y cinco (345) galones que es la capacidad de los tres tanques de alimentación

Tabla I. **Familia de productos**

	250 ml	500 ml	1000 ml	1,750 ml	2,630 ml	1 galón
Naranja	X	X	X	X	X	X
Mandarina	X	X	X	X	X	X
Toronja		X	X	X		
Limonada	X	X	X	X	X	X
Coco		X	X	X	X	
Mango		X	X	X		
Bayas		X	X	X		
Naranjada		X	X	X	X	

Fuente: elaboración propia.

1.1.2. Descripción y distribución de la planta

La planta se encuentra ubicada en una bodega en la zona cuatro de Mixco. Se encuentra rodeada por otras bodegas ya ocupadas, por lo que no cuenta con oportunidad para expandirse. Únicamente se verá la distribución de la planta y las funciones de área de esta, ya que por la carencia de espacio toda el área

administrativa se encuentra ubicada en otro edificio en la zona diez de la ciudad capital.

1.1.2.1. Funciones de área

Las funciones están asignadas por bloques esto debido a la secuencia productiva, como se muestra a continuación.

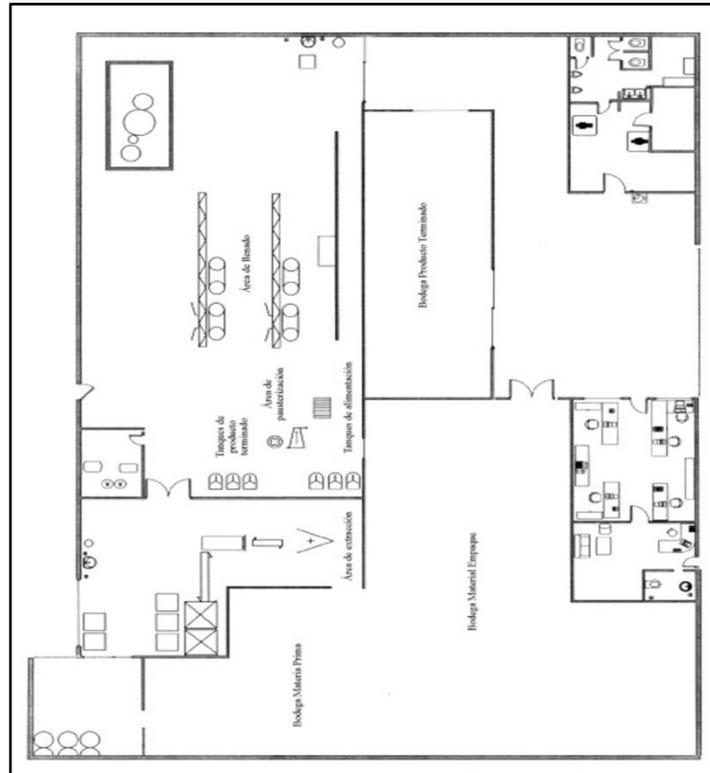
- Bodega de materia prima: en esta área se almacena la materia prima de empaque que son botellas y tapas, así como la materia prima de fruta que cuenta con un cuarto a temperatura adecuada para su buena conservación y almacenamiento hasta ser utilizada.
- Extracción: en esta área se encuentran las tolvas que se suministran con materia prima de la fruta a ser trabajada. Luego la fruta a ser usada pasa por una banda transportadora donde es inspeccionada y se retira la fruta que no cumple con los estándares de calidad. Al finalizar la banda transportadora llega a la lavadora de fruta, donde la fruta es desinfectada y llevada hasta el extractor de jugo donde la fruta será triturada y exprimida.
- Tanques de alimentación: al haber pasado la fruta por el extractor de jugo este cuenta con mangueras que llevan el jugo exprimido a los tres tanques de almacenamiento cada uno con una capacidad de ciento quince galones. En esta área el jugo exprimido se encuentra en espera hasta ser convertido en el producto deseado.

- **Pasteurización:** en esta área se prepara la mezcla del juego que se desea envasar. Esta área es suministrada directamente por los tanques de almacenamiento y otros agregados por el departamento de calidad encargado de las mezclas.
- **Tanques de producto terminado:** esta área cuenta con tres tanques con capacidad de ciento quince galones cada uno en la que llega la mezcla final del juego en donde espera hasta ser envasado.
- **Llenado:** en esta área se procede a envasar, etiquetar con número de lote y fecha de caducidad al producto y empacar en cajillas para ser entarimado el producto final.
- **Bodega de producto terminado:** en esta área se almacena el producto final ya entarimado a temperaturas adecuadas para su conservación, listo para ser transportado a los puntos de venta.

1.1.2.2. Mapa de la planta

A continuación, se presenta el mapa de planta actual.

Figura 1. **Mapa de planta**



Fuente: elaboración propia.

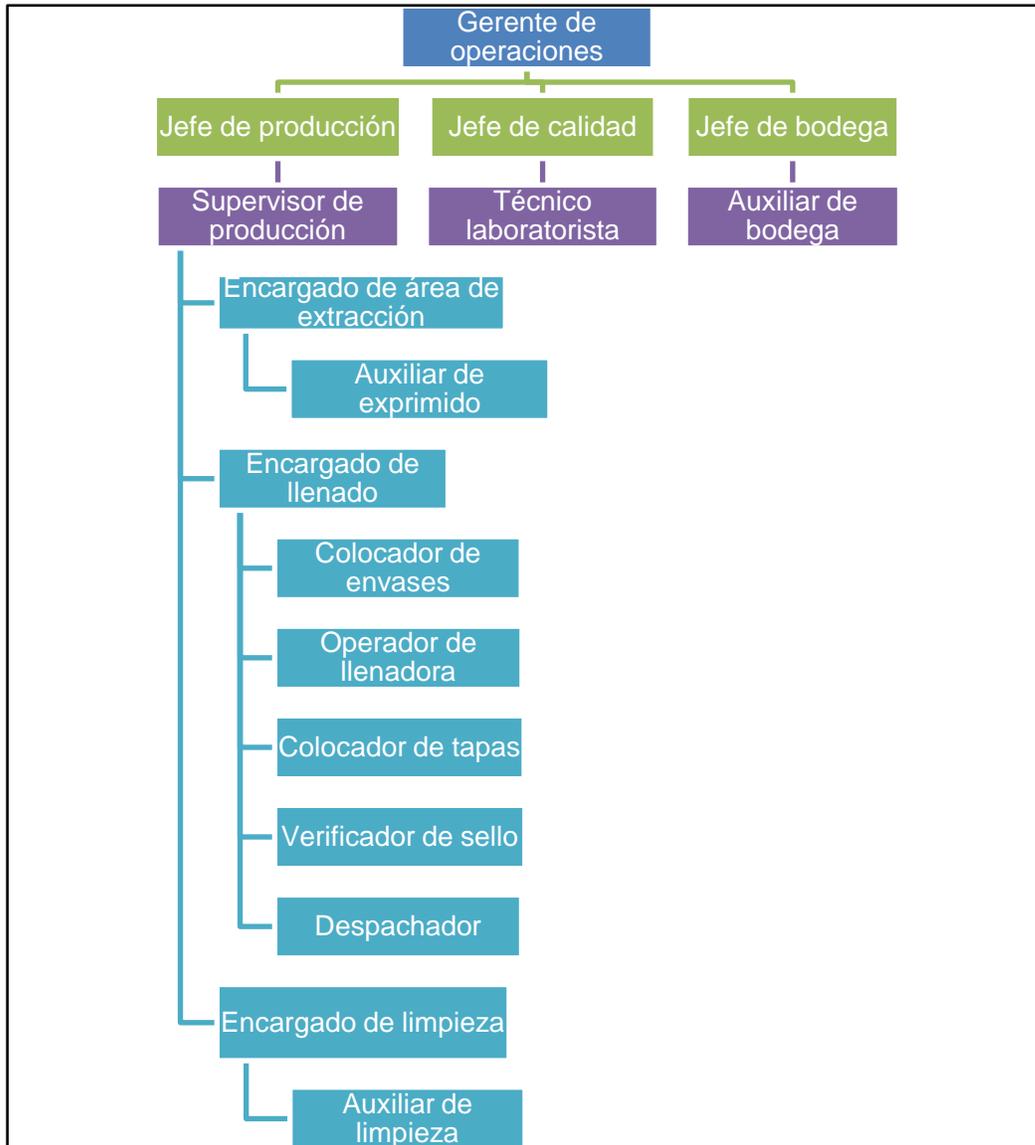
1.1.3. Organización interna de la empresa

A continuación, se desglosa la organización interna de la empresa conformado por el organigrama y la descripción de los puestos que lo conforman.

1.1.3.1. Organigrama

En la siguiente figura se desglosa el organigrama de la empresa.

Figura 2. Organigrama



Fuente: elaboración propia.

1.1.3.2. Descripción de puestos

A continuación, una descripción general del organigrama y de cada puesto de trabajo.

- Gerente de operaciones: debe velar por la calidad del producto final, funcionamiento de la línea de producción y cumplimiento de metas mensuales, verificando día a día las líneas de producción, controlando la variación de costos de producción y aprobando productos nuevos.
 - Requisitos: título en Ingeniería Industrial, idioma inglés avanzado, conocimiento de Microsoft Office avanzado.
 - Funciones: verificación de certificación OHSAS 18001, aprobar productos nuevos, aprobar planes producciones aprobar costos de producción, reuniones con producción, reuniones con calidad, reuniones con bodega, verificar cumplimiento de producción.
 - Contactos internos: producción, calidad y bodega.

- Jefe de producción: el jefe de producción debe velar por el buen funcionamiento de la línea de producción, planificación y cumplimiento de la producción mensual, verificando día a día las líneas de producción, controlando la variación de costos de producción y el tiempo de producción.
 - Requisitos: título en Ingeniería Industrial, idioma inglés intermedio, conocimiento de Microsoft Office avanzado.
 - Funciones: verificación de mantenimiento y funcionamiento de maquinaria, organizar y planificar la producción mensual, reuniones con gerencia, reuniones con calidad, reuniones con bodega, verificar controles de producción.
 - Contactos internos: gerencia, calidad, bodega, supervisor de producción.

- Jefe de calidad: el jefe de calidad debe velar por la inocuidad del producto final, verificando día a día los parámetros del producto, controlando la variación de costos de formulaciones del día a día y desarrollar fórmulas de productos nuevos.
 - Requisitos: pensum en Ingeniería de alimentos, idioma inglés intermedio, conocimiento de Microsoft Office avanzado.
 - Funciones: verificación de certificaciones de calibración de equipo de calidad, validar productos nuevos, reportar reclamos y microbiología, reuniones con producción, control de plagas, verificar controles dentro del proceso, parámetros y fórmulas.
 - Contactos internos: gerencia, producción, bodega, técnico de laboratorista.

- Jefe de bodega: debe velar por el buen funcionamiento de los equipos de montacargas, planificación y compra de las materias primas mensual según la producción mensual planificada, verificando día a día de suministrar las líneas de producción con materia prima.
 - Requisitos: pensum cerrado en Ingeniería Industrial, idioma inglés avanzado, conocimiento de Microsoft Office avanzado, conocimiento de SAP avanzado.
 - Funciones: verificación de mantenimiento y funcionamiento de montacargas, organizar y planificar las compras de materia prima, reuniones con gerencia, reuniones con producción, reuniones con calidad, verificar entrega de materia prima a producción, verificación de despacho de producto terminado.

- Contactos internos: gerencia, producción, calidad y auxiliar de bodega.
- Supervisor de producción: el supervisor de producción debe velar en conjunto con el jefe de producción por el buen funcionamiento de la línea de producción, planificación y cumplimiento de la producción mensual, verificando día a día las líneas de producción, controlando la variación de costos de producción y el tiempo de producción.
 - Requisitos: pensum cerrado en Ingeniería Industrial, idioma inglés intermedio, conocimiento de Microsoft Office avanzado.
 - Funciones: gestionar y supervisar al personal de planta, ayuda a organizar y planificar la producción, control del plan de producción, con cantidades y referencias, cumplir con el programa proyectado de producción, coordinar con el jefe de producción mediante una eficaz y eficiente comunicación y/o relación con el objetivo de cumplir las metas del área de producción y de la empresa, ayudar a optimizar los procesos de trabajo dentro de la planta de producción.
 - Contactos internos: calidad, bodega, jefe de producción, encargado de área de extracción, encargado de llenado, encargado de limpieza.
- Técnico laboratorista: el técnico laboratorista debe velar en conjunto con el jefe de calidad por la inocuidad del producto final, verificando día a día los parámetros del producto, controlando la variación de costos de formulaciones del día a día y desarrollar fórmulas de productos nuevos.
 - Requisitos: pensum cerrado en Ingeniería química, idioma inglés intermedio, conocimiento de Microsoft Office avanzado.

- Funciones: verificación de equipo de calidad, formulación de productos nuevos, reportar reclamos y microbiología, verificar controles de parámetros, verificar controles de fórmulas, verificar cumplimiento de calidad de productos terminados, verificar cumplimiento de calidad de producto en proceso, verificar calidad en el proceso de pasteurización.
- Contactos internos: producción, bodega, jefe de calidad.
- Auxiliar de bodega: el auxiliar de bodega debe de velar junto con el jefe de bodega por el buen funcionamiento de los equipos de montacargas, planificación y compra de las materias primas mensual según la producción mensual planificada, verificando día a día de suministrar las líneas de producción con materia prima.
 - Requisitos: pensum cerrado en carrera media, conocimiento de SAP intermedio.
 - Funciones: encargado de mantenimiento y funcionamiento, de montacargas, recepción de materia prima, chequeo de materia prima, ubicación de materia prima, entregar materia prima a producción, despacho de producto terminado.
 - Contactos internos: producción, bodega.
- Encargado de área de extracción
 - Requisitos: tener título nivel medio, competencias necesarias, trabajo en equipo, seguir instrucciones, actitud de servicio, honestidad, puntualidad.
 - Funciones: programar la máquina de etiquetado de lote y fecha de vencimiento, con la información de lote y fecha de vencimiento que

se la haya asignado al presente *batch*, verificar que las tapas compartimiento de tapas sean adecuadas según la cantidad de envases que se vayan a llenar del mismo producto y el producto por ser envasado, rechazar todo producto que tenga una deformación física del envase o que la impresión de número de lote y fecha de vencimiento no se haya hecho en el lado correcto del envase o no sea legible. Detener el proceso cuando se hayan llenado la cantidad de botes del producto presente asignados según el supervisor de producción o se haya terminado la cantidad de mezcla de ese producto preparado. Si existe otro tanque de producto terminado con el mismo producto que se esté llenando actualmente, cambiar fuente de alimentación de producto a la máquina de llenado rotativa y continuar el proceso de llenado.

- Contactos internos: supervisor de producción, encargado de limpieza, encargado de llenado, auxiliar de exprimido.
- Encargado de llenado
 - Requisitos: tener título nivel medio, trabajo en equipo, seguir instrucciones, actitud de servicio, honestidad y puntualidad.
 - Funciones: programar la máquina de etiquetado de lote y fecha de vencimiento, con la información de lote y fecha de vencimiento que se la haya asignado al presente *batch*, verificar que las tapas compartimiento de tapas sean adecuadas según la cantidad de envases que se vayan a llenar del mismo producto y el producto a ser envasado, rechazar todo producto que tenga una deformación física del envase o que la impresión de número de lote y fecha de vencimiento no se haya hecho en el lado correcto del envase o no sea legible. Detener el proceso cuando se hayan llenado la cantidad

- de botes del producto presente asignados según el supervisor de producción o se haya terminado la cantidad de mezcla de ese producto preparado. Si existe otro tanque de producto terminado con el mismo producto que se esté llenando actualmente, cambiar fuente de alimentación de producto a la máquina de llenado rotativa y continuar el proceso de llenado.
- Contactos internos: supervisor de producción, encargado de área de extracción, encargado de limpieza, colocador de envases, operador de llenadora, colocador de tapas, verificador de sello, despachador.
 - Encargado de limpieza: el encargado de limpieza debe lavar la máquina de llenado y prepararla para un nuevo producto, comenzar proceso de llenado en la máquina rotativa y su supervisión.
 - Requisitos: tener título de nivel medio, trabajo en equipo, seguir instrucciones, actitud de servicio, honestidad y puntualidad.
 - Funciones: permitir el ingreso de agua limpia a la llenadora, presionar los diafragmas de cada inyector hasta que solo liberen agua limpia, desconectar el ingreso de agua y conectar la manguera proveniente del tanque de producto terminado que se le ha indicado por el supervisor de producción y va a ser embotellado.
 - Contactos internos: supervisor de producción, encargado de área de extracción, encargado de llenado y auxiliar de limpieza.
 - Auxiliar de exprimido
 - Requisitos: tener título nivel medio, trabajo en equipo, seguir instrucciones, actitud de servicio, honestidad y puntualidad.

- Funciones: lavado externo de la maquina con agua y jabón, mover los bins que se van a vaciar al lado de las tolvas, limpiar exprimidores y filtros de la máquina con alambre para quitar toda la pulpa que queda y pueda tapar el paso de jugo hacia las tuberías, pasar fruta de los bins a la tolva y efectuar una selección inicial mientras la fruta es transferida. devolver los bins vacíos a su sitio de bodega seca, seleccionar la fruta que no cumpla con los niveles de calidad.
- Contactos internos: encargado de área de extracción.
- Colocador de envases: el colocador de envases se encarga de colocar los envases previos a la llenadora en la línea de producción y de ir a buscar los envases cada vez que se necesite.
 - Requisitos: tener título nivel medio, trabajo en equipo, seguir instrucciones, actitud de servicio, honestidad, puntualidad.
 - Funciones: colocar los envases asignados vacíos en la faja, anterior a la llenadora, mientras se cambia de envase a empacar, traer envases vacíos nuevos a la mesa de envases.
 - Contactos internos: encarga de llenado, operador de llenadora, colocador de tapas, verificador de sello, despachador.
- Operador de llenadora: el operador de llenadora debe ajustar la posición de los inyectores, encargarse de alinear los envases a los inyectores, encargarse de llenarlos y poner en movimiento la faja.
 - Requisitos: tener título nivel medio, trabajo en equipo, seguir instrucciones, actitud de servicio, honestidad, puntualidad.

- Funciones: ajustar los envases para que estén alineados con los inyectores de la llenadora y permitir el ingreso de jugo hasta que todos estén llenos y operar la faja, Mientras se cambia de envase por empaçar, ajustar la posición horizontal y vertical de los inyectores para acomodarse a los nuevos envases.
 - Contactos internos: encargado de llenado, colocador de envases, colocador de tapas, verificador de sello, despachador.
- Colocador de tapas: el colocador de tapas debe surtir las cajillas de tapaderas adecuadas al envase que se está llenado, colocar las tapas en envases llenos y apretarlas colocando las botellas en la misma dirección.
 - Requisitos: tener título nivel medio, trabajo en equipo, seguir instrucciones, actitud de servicio, honestidad, puntualidad.
 - Funciones: colocar tapas en envases llenos y apretarlas. También asegurarse que todos los envases vayan en la misma dirección para que el número de lote y fecha de vencimiento se coloquen adecuadamente, mientras se cambia de envase a empaçar, suplir cajillas de tapaderas adecuadas para nuevo envase, ajustar el ancho del carril sobre la faja y ajustar la altura y potencia de la máquina que coloca el número de lote y fecha de vencimiento.
 - Contactos internos: encargado de llenado, colocador de envases, operador de llenadora, verificador de sello, despachador.
- Verificador de sello: el verificador de sello debe revisar aleatoriamente el sello de envases destapando el envase y asegurarse que no tenga fugas.
 - Requisitos: tener título nivel medio, trabajo en equipo, seguir instrucciones, actitud de servicio, honestidad, puntualidad.

- Funciones: verificar sello de envase al destapar envase y presionarlo asegurándose que no tenga fugas, Mientras se cambia de envase por empacar, colocar una tarima nueva y ayudar a terminar de colocar envases llenos en cajilla y cajillas en tarima.
 - Contactos internos: encargado de llenado, colocador de envases, operador de llenadora, colocador de tapas, despachador.
- Despachador: el despachador debe remojar los envases en agua limpia para quitar los excesos de jugo, colocarlos en las cajillas y llevar las cajillas llenas a las tarimas de despacho.
 - Requisitos: tener título nivel medio, trabajo en equipo, seguir instrucciones, actitud de servicio, honestidad, puntualidad.
 - Funciones: remojar envases llenos en agua limpia y colocar en cajillas, colocar cajillas llenas en tarima.
 - Contactos Internos: encargado de llenado, colocador de envases, operador de llenadora, colocador de tapas, verificador de sello.
- Auxiliar de limpieza: el auxiliar de limpieza debe preparar los toneles de agua con coloro para realizar la limpieza en todas las áreas de la fábrica y mantener limpia el área de limpiado de cajillas.
 - Requisitos: tener título nivel medio, trabajo en equipo, seguir instrucciones, actitud de servicio, honestidad, puntualidad.
 - Funciones: mantener limpia el área de limpiado de cajillas para que las cajillas limpias se mantengan de esa manera hasta nuevo uso, atender las órdenes del encargado de limpieza para ayudar en áreas de baja eficiencia en procesos de llenado, organización de envases, contenedores o materia prima y limpieza, mantener en buenas

condiciones su equipo de trabajo, cuidar de los toneles que se utilizan para el lavado de cajillas y de las cajillas plásticas.

- Contactos Internos: encargado de limpieza.

1.2. Planeamiento de la distribución interna y del manejo de materiales

El planteamiento de la distribución interna se realiza en base al cuello de botella, tiempo de ocio y eficiencia, lo cual determina el manejo de materiales.

1.2.1. Cuello de botella

El cuello de botella en la línea de producción se encuentra en la línea de llenado específicamente en el puesto de colocar tapas, es una operación manual en la que se cuenta con dos operarios realizando esta tarea.

1.2.2. Tiempo de ocio

La línea de llenado es la que tiene tiempos de ocio en sus trabajadores siendo en los puestos de colocar envases, llenado, verificación de sello y despacho.

1.2.3. Eficiencia

Este indicador brinda una fotografía de cómo está el rendimiento de la línea de producción o sistema productivo. La empresa cuenta con un índice de aprovechamiento de la jornada laboral el cual calcula de la siguiente forma:

$$I = \frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Horas planificadas}}$$

Esta evaluación de aprovechamiento se efectúa mensualmente y se grafican los resultados obtenidos para determinar la tendencia del proceso.

Mensualmente se planifican doscientas ochenta y ocho horas de trabajo, (importante mencionar que se está tomando en cuenta solo el personal de operaciones de la planta).

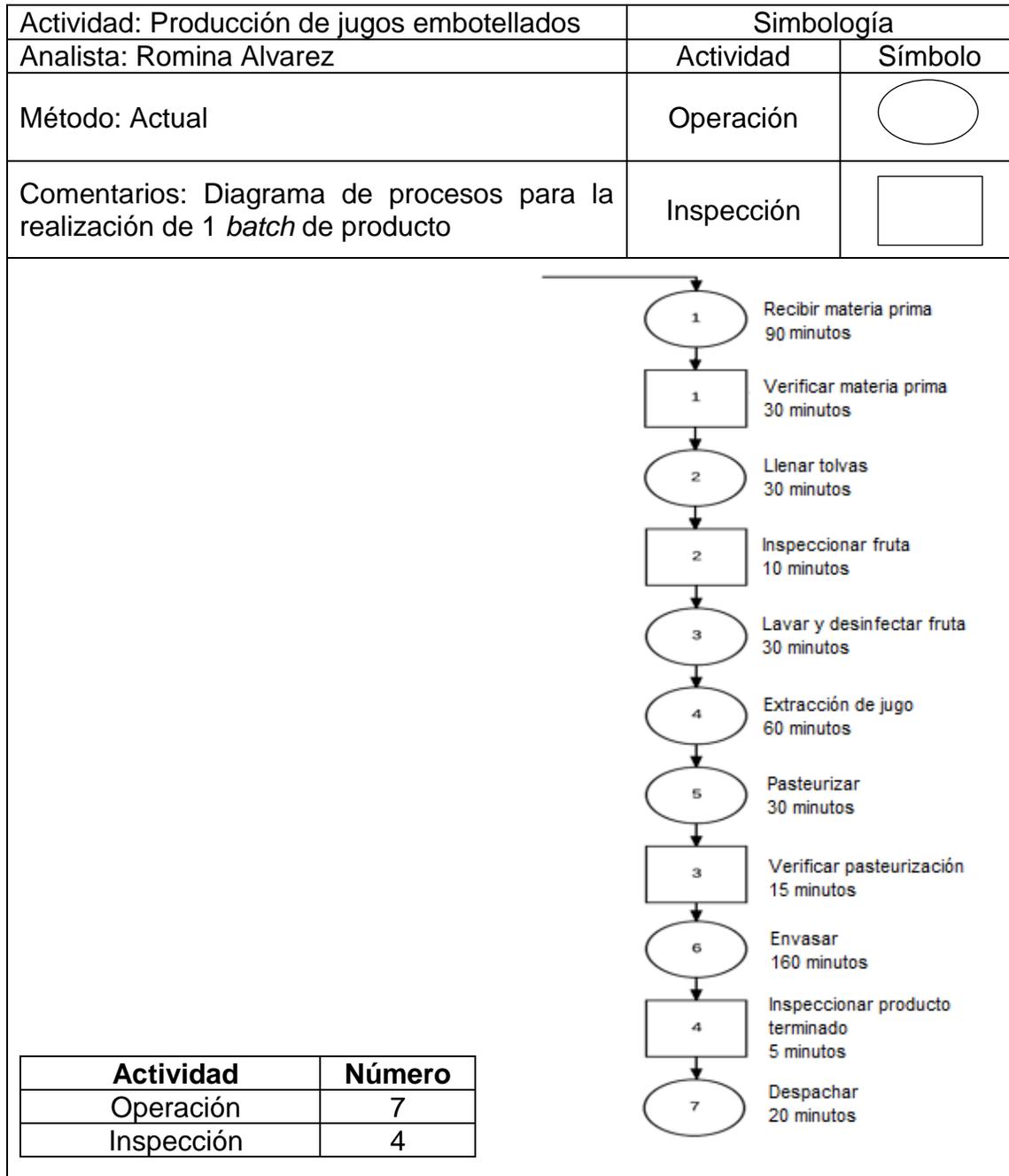
Los márgenes de aprovechamiento que se trabajan son:

$I > 1.10$	Ineficiente
$I \leq 1.10$	Eficiente

1.2.4. Diagrama de proceso

A continuación, se presenta el diagrama de proceso ejecutado en planta.

Figura 3. Diagrama de proceso

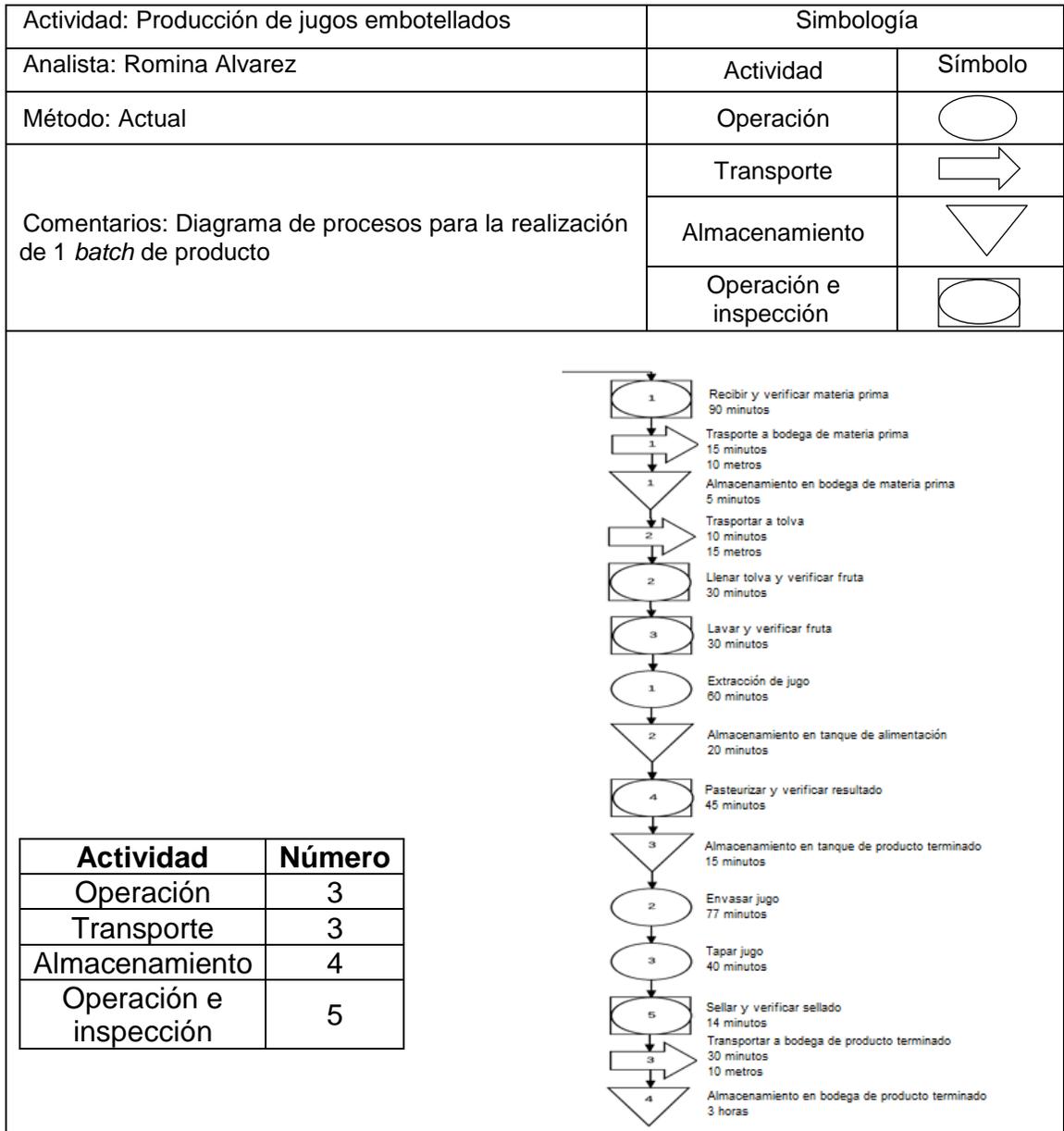


Fuente: elaboración propia.

1.2.5. Diagrama de flujo

A continuación, se presenta el diagrama de flujo ejecutado en planta.

Figura 4. Diagrama de flujo



Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Diagrama de flujo resumen

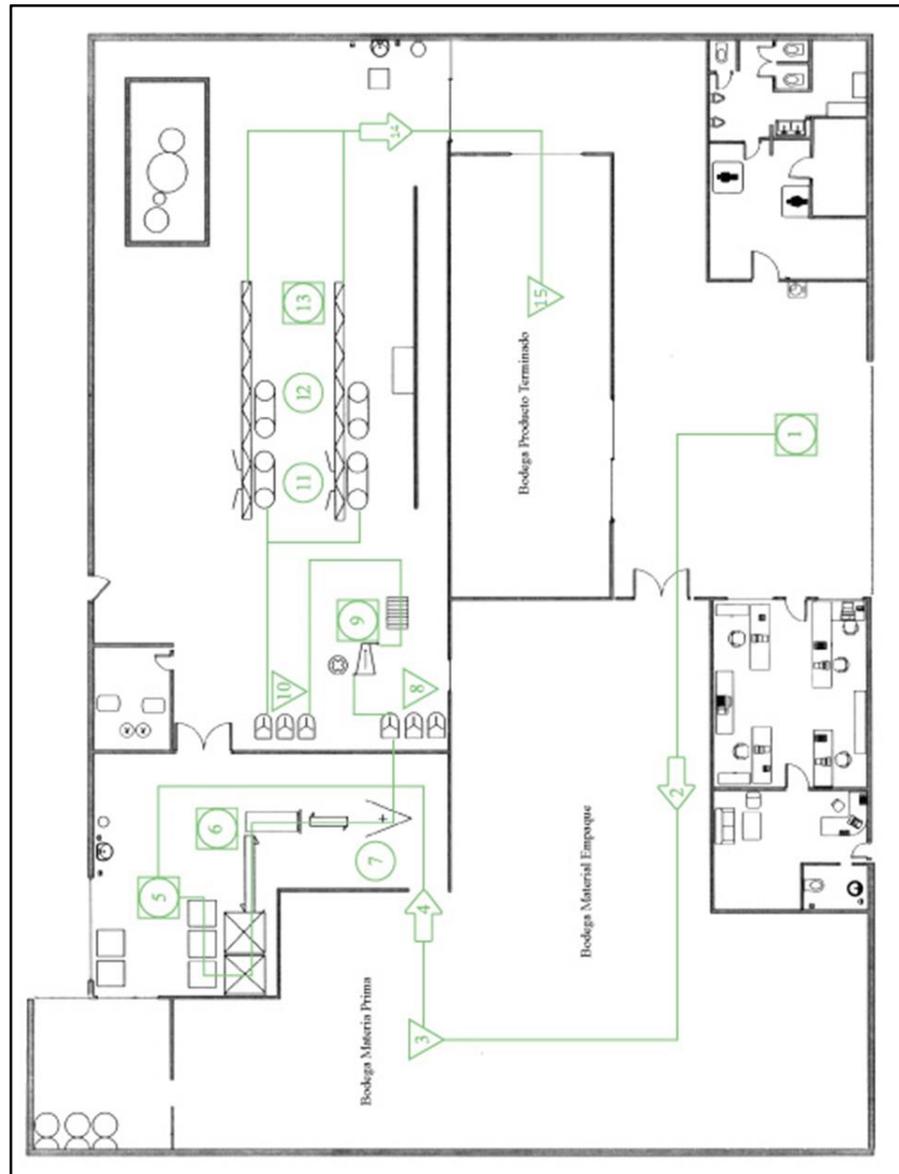
Actividad: Producción de jugos embotellados		Resumen				
Analista: Romina Alvarez		Actividad	Número			
Método: Actual		Operación	8			
Comentarios:		Transporte	3			
		Demora	0			
		Inspección	5			
		Almacenaje	4			
No.	Descripción de la actividad	Símbolos				
1	Recibir y verificar materia prima	●	➡	D	■	▽
2	A bodega de materia prima	○	➡	D	□	▽
3	Bodega de materia prima	○	➡	D	□	▽
4	A tolva	○	➡	D	□	▽
5	Llenar tolva y verificar fruta	●	➡	D	■	▽
6	Lavar y verificar fruta	●	➡	D	■	▽
7	Extraer jugo	○	➡	D	□	▽
8	Taque de alimentación	○	➡	D	□	▽
9	Pasteurizar y verificar resultado	●	➡	D	■	▽
10	Tanque de producto terminado	○	➡	D	□	▽
11	Envasar jugo	●	➡	D	□	▽
12	Tapar envase	●	➡	D	□	▽
13	Sellar y verificar sellado	●	➡	D	■	▽
14	A bodega de producto terminado	○	➡	D	□	▽
15	Bodega de producto terminado	○	➡	D	□	▽

Fuente: elaboración propia.

1.2.6. Diagrama de recorrido

A continuación, se desglosa el diagrama de recorrido.

Figura 6. Diagrama de recorrido



Fuente: elaboración propia.

1.3. Base teórica

A continuación, se desglosa la base teórica para el estudio de tiempos y movimientos.

1.3.1. Estudio de tiempos y movimientos

El estudio de tiempos y movimientos se utiliza para establecer los tiempos estándares empleando tiempos continuos para la obtención de un registro completo de tiempos, es decir el análisis cuidadoso de los movimientos del cuerpo empleados en cierto tiempo para realizar un trabajo. El estudio de tiempos a menudo se define como un método para determinar “un día de trabajo justo”.²

Para establecer los tiempos estándares hay elementos que ayudan a determinarlos:

- Estimación
- Datos históricos
- Muestreo
- Cronometraje

En el uso de estimaciones los estándares suelen salirse más de contexto, por lo que debe haber una compensación de errores para poder disminuir su desviación, pero a lo largo de un periodo los valores de estimados tienen una desviación muy marcada. Por lo que esta técnica debe usarse en mediciones poco repetitivas y para los procesos de trabajo en los que no resulte rentable aplicar un procedimiento más exhaustivo.

² Ingeniería industrial métodos. *Estándares y diseño del trabajo*, 2002, p.10.

El método de registros históricos los estándares de producción se basan en los registros de trabajos realizados con anterioridad o como consecuencia de la comparación con otros tiempos ya conocidos, siendo posible su deducción a partir de ellos. Los datos históricos contienen una desviación de hasta el 50% haciendo estos poco eficaces para asegurar costos de mano de obra equitativos y competitivos, por lo que la mejor opción son las técnicas de medición del trabajo. Este método se puede utilizar cuando el producto que se fabrica no varía, se tiene una gran cantidad de datos sobre los procesos sin que se produjeran cambios tecnológicos u obsolescencias.

El método de medida de tiempos por muestreo consiste en efectuar durante un periodo de tiempo cierta cantidad de observaciones instantáneas, registrando lo que ocurre en ese instante, de ciertos elementos para determinar si cumplen o no ciertas condiciones. Este método no es útil para tareas de ciclo corto y repetitivo.

El método de cronometraje consiste en la toma de tiempos con cronómetro de cada operación, corrigiendo el tiempo obtenido mediante la apreciación de la actividad. Se deben realizar diversas mediciones a diferentes personas en distintas horas de la jornada. Con un amplio muestreo el resultado obtenido es fiable. Este método permite la observación detallada del ciclo completo y el método utilizado. El método de cronometraje puede realizarse de dos formas:

- Cronometraje acumulativo
- Cronometraje con vuelta a cero

En el cronometraje acumulativo el cronómetro funciona de modo ininterrumpido durante todo el estudio. De esta forma se tiene la seguridad de registrar todo el tiempo en que el trabajo está sometido a observación. En el

cronometraje con vuelta a cero se toman directamente los tiempos de cada operación.

1.3.2. Principios de economía de movimientos

Los Gilbreth introdujeron los principios de la economía de movimientos, estos se basan en factores anatómicos, biomecánicos y fisiológicos del cuerpo humano, siendo estos clasificados en tres grandes grupos:

- Uso del cuerpo humano
- Arreglo y condiciones del lugar de trabajo
- Diseño de herramientas y equipo

El mal empleo de estos grupos puede llevar a ocasionar desórdenes de trauma acumulativo. Para determinar el índice de riesgos de CTD (por sus siglas en inglés *Cumulative trauma disorders*) se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$CTD = 0.3 * (Frecuencia + Postura + Factores de fuerza) + (0.1 * \text{Factor misceláneo})$$

Obteniendo los datos de frecuencia, postura, factores de fuerza y factor de misceláneo por medio de la tabla de evaluación de CTD por puestos.

1.3.3. Calificación de desempeño

Para la calificación de desempeño debe previamente realizarse una evaluación de puestos para conocer con certeza cada tarea que realizará, las responsabilidades, autoridades, consecuencias, condiciones físicas y sociales, capacidad para solucionar problemas, máquinas y herramientas utilizadas en

cada puesto de trabajo. Esta evaluación se realizó en cada puesto de trabajo por medio de la tabla del análisis del lugar de trabajo.

Luego de establecer la evaluación de puestos, la muestra serán los puestos que están directamente relacionados con la línea de producción, mismos que tienen contacto desde la transformación de la materia prima hasta la obtención del terminado, estos serán puntuados según la siguiente tabla:

Tabla II. **Factores de desempeño**

Factores	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	Grado 5
Habilidades					
- Educación	14	28	42	56	70
- Experiencia	22	44	66	88	110
- Iniciativa e ingenio	14	28	42	56	70
Esfuerzo					
- Demanda física	10	20	30	40	50
- Demanda mental y/o visual	5	10	15	20	25
Responsabilidad					
- Equipo o proceso	5	10	15	20	25
- Material o producto	5	10	15	20	25
- Seguridad de otros	5	10	15	20	25
- Trabajo de otros	5	10	15	20	25
Condiciones de trabajo					
- Condiciones de trabajo	10	20	30	40	50
- Riesgos inevitables	5	10	15	20	25

Fuente: *National Electrical Manufacturers Association.*

En base a estos puntos asignados a los factores de desempeño se procedió a puntuar los puestos de trabajo según la tabla de calificación y justificación de puestos según la tabla II. Recordando oportunamente que solo se realizará el análisis del personal operativo en producción, debido a que este grupo es el objetivo de este trabajo. Se estableció su grado por medio de la siguiente tabla:

Tabla III. **Tabla de calificaciones**

Grado	Intervalo de calificación (puntos)
12	100 – 139
11	140 – 161
10	162 – 183
9	184 – 205
8	206 – 227
7	228 – 249
6	250 – 271
5	272 – 293
4	294 – 315
3	316 – 337
2	338 – 359
1	360 o más

Fuente: *National Electrical Manufacturers Association*.

1.3.4. Diseño del lugar de trabajo

El diseño del lugar de trabajo persigue una mayor soltura del trabajador, mejores condiciones de trabajo y menores riesgos de orden en las tareas. Lo primordial al diseñar el lugar de trabajo es que se ajuste a la mayoría de los individuos en cuanto al tamaño estructural del cuerpo. En el diseño de los puestos de trabajo se debe tomar muy en cuenta la iluminación, ruido, temperatura, radiación y el horario laboral en que se trabaja, ya que estos factores afectarán directamente el desempeño del trabajador.

La teoría de la iluminación se aplica a una fuente específica de luz con determinada intensidad, los parámetros de iluminación aceptados para las áreas de trabajo están establecidos en el decreto 229-2014 y sus reformas.

El ruido es cualquier sonido indeseable, los parámetros aceptados de exposición de ruido al día se encuentran establecidos en el decreto 229-2014 y sus reformas.

En el caso de la temperatura son todas aquellas exposiciones al frío o calor que recibe el trabajador según su área de trabajo. En la fábrica de jugos embotellados la exposición es al frío debido a las temperaturas que se debe mantener el jugo para que no se perjudique su calidad. Los parámetros de exposición al frío están establecidos en el decreto 229-2014 y sus reformas.

En la fábrica de jugos embotellados no se cuenta con exposición a radiación en ningún puesto de trabajo, por lo que este factor no se tomara en cuenta. Para el horario laboral que se trabaja al ser único y diurno el efecto que tendrá será despreciable.

1.3.5. Diagrama de operaciones

El diagrama de operaciones muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que se utilizan en un proceso de manufactura, desde la llegada de la materia prima hasta el empaquetado del producto terminado.

El diagrama muestra la entrada de todos los componentes y subensambles al ensamble principal, ofreciendo detalles de la manufactura y del negocio.

Los símbolos utilizados en este tipo de diagrama son:

Tabla IV. **Simbología de diagrama de proceso**

Símbolo	Significado
	Operación: se lleva a cabo cuando una parte bajo estudio se transforma intencionadamente, o cuando se estudia o se planea antes de que se realice cualquier trabajo productivo en dicha parte.
	Inspección: se realiza cuando la parte es examinada para determinar su cumplimiento con un estándar.

Fuente: elaboración propia.

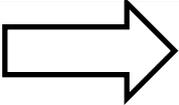
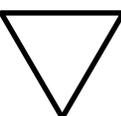
1.3.6. Diagrama de flujo del proceso

El diagrama de flujo de proceso cuenta con mayor detalle ya que, además de registrar operaciones e inspecciones, estos muestran todos los retrasos de movimientos y almacenamientos. Los símbolos utilizados en este tipo de diagrama son:

Tabla V. **Tabla de diagrama de flujo**

Símbolo	Significado
	Operación: se lleva a cabo cuando una parte bajo estudio se transforma intencionadamente, o cuando se estudia o se planea antes de que se realice cualquier trabajo productivo en dicha parte.
	Inspección: se realiza cuando la parte es examinada para determinar su cumplimiento con un estándar.

Continuación de tabla V

Símbolo	Significado
	Transporte: es mover un objeto de un lugar a otro a excepción cuando el movimiento se lleva a cabo durante el curso normal de una operación o inspección.
	Retraso: se presenta cuando una parte no puede ser procesada inmediatamente en la próxima estación de trabajo.
	Almacenamiento: se presenta cuando una parte se guarda y protege en un determinado lugar para que nadie la remueva sin autorización.

Fuente: elaboración propia.

1.3.7. Diagrama de recorrido

A pesar de que el diagrama de flujo del proceso proporciona la mayor parte de la información pertinente relacionada con un proceso, no muestra un plan pictórico del flujo de trabajo. Esta información es útil para desarrollar un nuevo método.

El diagrama de recorrido es una representación gráfica de la distribución de los pisos y edificios que muestra la ubicación de todas las actividades en el diagrama de flujo del proceso. En el diagrama de recorrido se identifican cada actividad mediante símbolos y números correspondientes a los que aparecen en el diagrama de flujo del proceso.

La dirección del flujo se indica colocando pequeñas flechas periódicamente a lo largo de las líneas de flujo. Por lo que para la elaboración del diagrama de recorrido se debe haber realizado previamente el diagrama de flujo del proceso.

1.3.8. Diagrama bimanual

Este tipo de diagramas se utilizan para estudiar tareas que son muy repetitivas. En este diagrama se observan los movimientos que realizan las dos manos del operario y la relación que tiene los movimientos que estas realizan. Los símbolos utilizados en este diagrama son:

1.3.9. Diagrama de procesos hombre-máquina

Este diagrama se utiliza para estudiar, analizar y mejorar una estación de trabajo a la vez. Muestra la relación de tiempo exacta entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de la máquina. Estos hechos pueden conducir a una utilización más completa del tiempo del trabajador y de la maquinaria, así como a obtener un mejor balance del ciclo de trabajo. En los procesos automatizados el operador muy a menudo está desocupado en una parte de su ciclo por lo que se puede realizar que un empleado maneje más de una máquina, esto es conocido como acoplamiento de máquinas, para así aprovechar los tiempos de ocio de los trabajadores.

Ya que los diagramas hombre-máquina se dibujan siempre a escala, el analista debe seleccionar una distancia en pulgadas o centímetros para estar de acuerdo con una unidad de tiempo tal que el diagrama pueda distribuirse adecuadamente. A medida que el tiempo del ciclo de la operación que se analiza sea mayor, la distancia por minuto decimal será más corta. Una vez que se han establecido los valores exactos de la distancia, en pulgadas o centímetros por unidad de tiempo, el diagrama puede comenzar. El lado izquierdo muestra las operaciones y el tiempo para el empleado, mientras que el derecho muestra el tiempo trabajado y el tiempo ocioso de la máquina o máquinas.

Una línea continua que se dibuja verticalmente representa el tiempo de trabajo del empleado. Un corte en la línea trabajo-tiempo vertical significa tiempo ocioso. De la misma manera, una línea vertical continua por debajo de cada encabezado de máquina indica el tiempo de operación de la máquina y un corte en la línea vertical de la máquina señala el tiempo ocioso de esta. Una línea punteada por debajo de la columna máquina indica el tiempo de carga y de descarga de la máquina, durante el cual la máquina no está ociosa ni en operación.

El analista debe elaborar diagramas de todos los elementos de tiempo ocioso y ocupado tanto del trabajador como de la máquina a lo largo de la terminación del ciclo. La parte inferior del diagrama muestra el tiempo de trabajo total y el tiempo ocioso total del trabajador, así como el tiempo de trabajo total y el tiempo ocioso de cada máquina. El tiempo productivo más el tiempo ocioso del trabajador debe ser igual al tiempo productivo más el tiempo ocioso de cada máquina con la que él opera.

Es necesario contar con valores elementales de tiempo precisos antes de que el diagrama del trabajador y la máquina puedan construirse. Dichos valores deben representar tiempos estándar que incluyan una tolerancia aceptable para la fatiga, retrasos inevitables y retardos del personal.

1.3.10. Balance de líneas

El balanceo de líneas es una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de producción equilibrada depende la optimización de los son los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas de producción. El objetivo fundamental de

un balanceo de línea es igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso.

Establecer una línea de producción balanceada requiere de recolección de datos, aplicación teórica, movimiento de recursos económicos. Para esto se deben considerar una serie de condiciones que limitan el alcance de un balanceo de línea, dado que no todo proceso justifica la aplicación de un estudio del equilibrio de los tiempos entre estaciones. Estas condiciones son:

- Cantidad: la cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir la preparación de una línea. Se debe considerar el costo de preparación de la línea y el ahorro que ella tendría aplicado al volumen proyectado de la producción, tomando en cuenta la duración que tendrá el proceso.
- Continuidad: deben tomarse medidas de gestión que permitan asegurar un aprovisionamiento continuo de materiales, insumos, piezas y subensambles. Así como coordinar la estrategia de mantenimiento que minimice las fallas en los equipos involucrados en el proceso.
- Equilibrio: los tiempos necesarios para cada operación en línea deben ser aproximadamente iguales.

Para realizar de forma correcta el balanceo de líneas se deben aplicar las siguientes fórmulas:

$$\text{Índice de producción} = \frac{\text{Tiempo Deseado}}{\text{Tiempo Dis}} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$\text{Número de operario teóricos} = \frac{(\text{Índice de producción})(\text{tiempo esperado})}{\text{Eficiencia}}$$

Ecuación 2

$$\text{Producción por turno} = \frac{\text{tiempo turno}}{\text{tiempo asignado}}$$

Ecuación 3

$$\text{Costo unitario} = \frac{(\text{Número de operarios teóricos})(\text{salario})}{\text{Producción por turno}}$$

Ecuación 4

$$\text{Eficiencia real} = 1 - \frac{\Sigma \text{tardanza}}{\Sigma \text{tiempo asignado}}$$

Ecuación 5

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

2.1. Descripción del producto

La empresa elabora y embotella jugos cítricos, néctares de frutas tropicales y bebidas de fruta en las siguientes presentaciones y sabores.

Tabla VI. Presentaciones en producción

Presentación	250 ml	500 ml	1000 ml	1,750 ml	2,630 ml	1 galón
Naranja	X	X	X	X	X	X
Mandarina	X	X	X	X	X	X
Toronja		X	X	X		
Limonada	X	X	X	X	X	X
Coco		X	X	X	X	
Mango		X	X	X		
Bayas		X	X	X		
Naranjada		X	X	X	X	

Fuente: elaboración propia.

Se toma un *batch* como trescientos cuarenta y cinco galones que es la capacidad de los tres tanques de alimentación.

El proceso de producción para todos los sabores es el mismo variando únicamente en la mezcla por realizarse en el área de pasteurización según la fórmula de la mezcla que se desea realizar.

2.2. Materia prima

Se cuenta con materia prima para empaque que son botellas y sus respectivas tapas y con materia prima orgánica que son fruta.

Las frutas son cuidadosamente seleccionadas estas proceden en el caso de las naranjas de áreas orgánicas en conservación, libres de la mosca de mediterráneo, la lima persa y la toronja proviene de áreas certificadas por el sistema HACCP, todas ellas ubicadas en zonas que, por sus condiciones de clima y suelo, garantizan una excelente y reconocida calidad de las frutas para la industria.

Debido al alto nivel de calidad que se maneja la materia prima es recibida y se procede a ser cambiada sacos que tiene la empresa para pasar una breve inspección visual y así mismo evitar el ingreso de cualquier insecto u hongo, se maneja la materia prima con el método PEPS y no se mantiene más de quince días el producto después de este tiempo es desechada.

2.3. Descripción del equipo

Cada área de trabajo cuenta con su equipo de protección personal, herramientas y maquinaria necesaria para llevar a cabo sus labores, cumpliendo con todas las normas de seguridad y lineamientos de inocuidad en la producción,

El equipo de protección para el área de producción se muestra y establece según el área de trabajo que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla VII. **Equipo de protección**

Equipo	Producción y bodega	Limpieza	Calidad
Guantes de trabajo	X	X	X
Overol	X	X	
Gorras sanitarias	X	X	X
Botas de hule	X	X	X
Batas sanitarias	X		X
Mascarillas	X	X	X
Guantes de goma	X	X	X
Espejuelos contra ácido	X	X	X
Máscara de gas		X	
Gabachas plásticas	X	X	

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Equipo de protección**



Fuente: elaboración propia.

2.3.1. Maquinaria

Cada área en la empresa cuenta con maquinaria específica para lograr llevar a cabo su trabajo, algunas de las maquinarias disponibles son:

- Máquina para lavado y desinfección de fruta
- Extractor de jugo
- Pasteurizador
- Máquina de envasado
- Calentador de agua
- Suavizador de agua
- Caldera
- Compresor de aire

2.4. Descripción del proceso

El proceso de producción para todos los sabores de jugos y sus respectivas presentaciones se realiza igual únicamente variando en la etapa de pasteurización.

2.4.1. Descripción de las operaciones del proceso

El proceso de producción se divide en siete áreas principales las cuales cuentan con sus procesos específicos, estas áreas y sus respectivos procesos son:

- Área de materia prima: los procesos realizados en el área de materia prima son la recepción de materia prima, en el caso de las frutas esta es trasladada a las canastas en las que la trae el proveedor a sacos de la

fábrica realizando una breve inspección visual mientras se coloca la fruta en los costales, luego la fruta en los sacos es trasladada a la bodega de materia prima donde es almacenada hasta que sea requerida. En el caso de la materia prima de empaque es entarimada y trasladada a la bodega de material de empaque hasta que sea requerida en el área de producción.

- **Extracción:** en esta área se procede a llenar los silos de almacenamiento de la fruta que se trabajara ese día. Luego la fruta pasa por una banda transportadora donde se realiza una inspección de la fruta para quitar toda la fruta que no cumple con los estándares de calidad requeridos, luego llega a la lavadora de fruta donde esta es desinfectada para ingresar al extractor por medio del elevador de cangilones. Al llegar al extractor la fruta es triturada.
- **Tanques de alimentación:** al haber pasado la fruta por el extractor de jugo este cuenta con mangueras que llevan el jugo exprimido a los tres tanques de almacenamiento cada uno con una capacidad de 115 galones. En esta área el jugo exprimido se encuentra en espera hasta ser ingresado a la pasteurizadora. Este proceso es totalmente automático.
- **Pasteurización:** en el área de pasteurización se prepara la mezcla del juego que se desea envasar. Este proceso es totalmente automático solo se agregan los parámetros de la mezcla a la máquina de pasteurización previo a su arranque. Esta área es suministrada directamente por los tanques de almacenamiento y otros esto es a cargo del departamento de calidad.
- **Tanques de producto terminado:** esta área cuenta con tres tanques con capacidad de 115 galones cada uno en la que llega la mezcla final del

juego en donde espera hasta ser envasado. Este proceso es totalmente automático.

- Envasado: en esta área se procede a envasar, tapar, etiquetar con número de lote y fecha de caducidad al producto y empacar en cajillas para ser entarimado el producto final.
- Bodega de producto terminado: en esta área se almacena el producto final ya entarimada a temperaturas adecuadas para su conservación lista para ser transportada a los puntos de venta.

2.4.2. Líneas de producción

La empresa cuenta con solo una línea de producción de jugos que da abasto a dos líneas de llenado. La cantidad de trabajadores en la línea de producción de jugos es la siguiente:

- Línea de producción de jugos.
 - Encargado de área de extracción (1)
 - Auxiliares de exprimido (2)
- Línea de llenado (cada línea cuenta con la misma cantidad de trabajadores a excepción del encargado de llenado que maneja ambas líneas).
 - Encargado de llenado (1)
 - Colocador de envases (1)
 - Operador de llenadora (1)
 - Colocador de tapas (2)
 - Verificador de sello (1)
 - Despachador (1)

2.4.3. Análisis del personal

A continuación, se realiza el análisis de lugar de trabajo de cada puesto.

Tabla VIII. **Análisis de lugar de trabajo extracción**

Análisis del lugar de trabajo	
Área de trabajo: extracción	Analista: Romina Alvarez
Puesto: encargado de área de extracción	
Factores del trabajador	
Edad: 38 años	Género: masculino
Motivación: media	Satisfacción en el trabajo: media
Nivel de educación: medio	Nivel de destreza: media
Utiliza el equipo de protección personal adecuado: sí	
Factores de la tarea	
Tipo de movimientos involucrados: movimientos de brazos en el arranque de maquinaria	
Herramientas que se utilizan: ninguna	
Movimientos irregulares de muñecas: no	
Hay levantamiento de carga: no	
Carga de trabajo físico: media	
Procesamiento de información, tomas de decisiones o carga de trabajo mental: medio	
Factores del ambiente de trabajo	
Iluminación: aceptable	Reflejos: ninguno
Nivel de ruido: aceptable	
Existe tensión de calor: no	
Existe vibración: no	
Factores administrativos	
Existen incentivos salariales: sí, al cumplir con la productividad establecida	
Rotación en el trabajo: no	
Ampliación del horario de trabajo: sí	
Hay capacitaciones: sí	

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Análisis de lugar de trabajo exprimido**

Análisis del lugar de trabajo	
Área de trabajo: exprimido	Analista: Romina Alvarez
Puesto: auxiliares de exprimido	
Factores del trabajador	
Edad: 33 y 32 años	Género: masculino
Motivación: media	Satisfacción en el trabajo: media
Nivel de educación: media	Nivel de destreza: media
Utiliza el equipo de protección personal adecuado: sí	
Factores de la tarea	
Tipo de movimientos involucrados: movimientos de brazos en la selección de fruta, movimiento de brazos al llenar las tolvas.	
Herramientas que se utilizan: ninguna	
Movimientos irregulares de muñecas: no	
Hay levantamiento de carga: sí	
Carga de trabajo físico: alta	
Procesamiento de información, tomas de decisiones o carga de trabajo mental: medio	
Factores del ambiente de trabajo	
Iluminación: aceptable	Reflejos: ninguno
Nivel de ruido: aceptable	
Existe tensión de calor: no	
Existe vibración: no	
Factores administrativos	
Existen incentivos salariales: sí, al cumplir con la productividad establecida	
Rotación en el trabajo: no	
Ampliación del horario de trabajo: sí	
Hay capacitaciones: sí	

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Análisis de lugar de trabajo llenado uno**

Análisis del lugar de trabajo	
Área de trabajo: Llenado	Analista: Romina Alvarez
Puesto: Encargado de llenado	
Factores del trabajador	
Edad: 39 años	Género: masculino
Motivación: media	Satisfacción en el trabajo: media
Nivel de educación: media	Nivel de destreza: media
Utiliza el equipo de protección personal adecuado: sí	
Factores de la tarea	
Tipo de movimientos involucrados: movimientos de brazos en el arranque de maquinaria	
Herramientas que se utilizan: ninguna	
Movimientos irregulares de muñecas: no	
Hay levantamiento de carga: no	
Carga de trabajo físico: mínima	
Procesamiento de información, tomas de decisiones o carga de trabajo mental: alto	
Factores del ambiente de trabajo	
Iluminación: aceptable	Reflejos: ninguno
Nivel de ruido: aceptable	
Existe tensión de calor: no	
Existe vibración: no	
Factores administrativos	
Existen incentivos salariales: sí, al cumplir con la productividad establecida	
Rotación en el trabajo: no	
Ampliación del horario de trabajo: sí	
Hay capacitaciones: sí	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Análisis de lugar de trabajo llenado dos**

Análisis del lugar de trabajo	
Área de trabajo: llenado	Analista: Romina Alvarez
Puesto: colocador de envases	
Factores del trabajador	
Edad: 28 y 30 años	Género: masculino
Motivación: media	Satisfacción en el trabajo: media
Nivel de educación: media	Nivel de destreza: media
Utiliza el equipo de protección personal adecuado: sí	
Factores de la tarea	
Tipo de movimientos involucrados: movimiento de brazos al traer los paquetes de envases y al coloca los envases en la línea de llenado	
Herramientas que se utilizan: abre cartas	
Movimientos irregulares de muñecas: no	
Hay levantamiento de carga: no	
Carga de trabajo físico: media	
Procesamiento de información, tomas de decisiones o carga de trabajo mental: mínimo	
Factores del ambiente de trabajo	
Iluminación: aceptable	Reflejos: ninguno
Nivel de ruido: aceptable	
Existe tensión de calor: no	
Existe vibración: no	
Factores administrativos	
Existen incentivos salariales: sí, al cumplir con la productividad establecida	
Rotación en el trabajo: no	
Ampliación del horario de trabajo: sí	
Hay capacitaciones: sí	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Análisis del lugar de trabajo llenado tres**

Análisis del lugar de trabajo	
Área de trabajo: llenado	Analista: Romina Alvarez
Puesto: operador de llenadora	
Factores del trabajador	
Edad: 38 y 35 años	Género: masculino
Motivación: media	Satisfacción en el trabajo: media
Nivel de educación: media	Nivel de destreza: media
Utiliza el equipo de protección personal adecuado: sí	
Factores de la tarea	
Tipo de movimientos involucrados: movimiento de brazos para operar la llenadora	
Herramientas que se utilizan: ninguna	
Movimientos irregulares de muñecas: no	
Hay levantamiento de carga: no	
Carga de trabajo físico: mínima	
Procesamiento de información, tomas de decisiones o carga de trabajo mental: medio	
Factores del ambiente de trabajo	
Iluminación: aceptable	Reflejos: ninguno
Nivel de ruido: aceptable	
Existe tensión de calor: no	
Existe vibración: no	
Factores administrativos	
Existen incentivos salariales: sí, al cumplir con la productividad establecida	
Rotación en el trabajo: no	
Ampliación del horario de trabajo: sí	
Hay capacitaciones: sí	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Análisis de lugar de trabajo llenado cuadro**

Análisis del lugar de trabajo	
Área de trabajo: llenadora	Analista: Romina Alvarez
Puesto: colocador de tapas	
Factores del trabajador	
Edad: 26, 28, 30 y 31 años	Género: masculino
Motivación: media	Satisfacción en el trabajo: media
Nivel de educación: media	Nivel de destreza: media
Utiliza el equipo de protección personal adecuado: sí	
Factores de la tarea	
Tipo de movimientos involucrados: movimiento de brazos y muñeca al tomar, colocar y apretar las tapas	
Herramientas que se utilizan: ninguna	
Movimientos irregulares de muñecas: no	
Hay levantamiento de carga: no	
Carga de trabajo físico: media	
Procesamiento de información, tomas de decisiones o carga de trabajo mental: mínimo	
Factores del ambiente de trabajo	
Iluminación: aceptable	Reflejos: ninguno
Nivel de ruido: aceptable	
Existe tensión de calor: no	
Existe vibración: no	
Factores administrativos	
Existen incentivos salariales: sí, al cumplir con la productividad establecida	
Rotación en el trabajo: no	
Ampliación del horario de trabajo: sí	
Hay capacitaciones: sí	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Análisis de lugar de trabajo llenado cinco**

Análisis del lugar de trabajo	
Área de trabajo: llenado	Analista: Romina Alvarez
Puesto: verificador de sello	
Factores del trabajador	
Edad: 29 y 32 años	Género: masculino
Motivación: media	Satisfacción en el trabajo: media
Nivel de educación: media	Nivel de destreza: media
Utiliza el equipo de protección personal adecuado: sí	
Factores de la tarea	
Tipo de movimientos involucrados: movimiento de brazos y muñecas al tomar, abrir, verificar sello, cerrar y devolver el producto a la línea	
Herramientas que se utilizan: ninguna	
Movimientos irregulares de muñecas: no	
Hay levantamiento de carga: no	
Carga de trabajo físico: medio	
Procesamiento de información, tomas de decisiones o carga de trabajo mental: medio	
Factores del ambiente de trabajo	
Iluminación: aceptable	Reflejos: ninguno
Nivel de ruido: aceptable	
Existe tensión de calor: no	
Existe vibración: no	
Factores administrativos	
Existen incentivos salariales: sí, al cumplir con la productividad establecida	
Rotación en el trabajo: no	
Ampliación del horario de trabajo: sí	
Hay capacitaciones: sí	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Análisis del lugar de trabajo llenado seis**

Análisis del lugar de trabajo	
Área de trabajo: llenado	Analista: Romina Alvarez
Puesto: despachador	
Factores del trabajador	
Edad: 34 y 38 años	Género: masculino
Motivación: media	Satisfacción en el trabajo: media
Nivel de educación: media	Nivel de destreza: media
Utiliza el equipo de protección personal adecuado: sí	
Factores de la tarea	
Tipo de movimientos involucrados: movimiento de brazos y muñecas al tomar, lavar y colocar en cajillas el producto	
Herramientas que se utilizan: ninguna	
Movimientos irregulares de muñecas: no	
Hay levantamiento de carga: no	
Carga de trabajo físico: media	
Procesamiento de información, tomas de decisiones o carga de trabajo mental: mínimo	
Factores del ambiente de trabajo	
Iluminación: aceptable	Reflejos: ninguno
Nivel de ruido: aceptable	
Existe tensión de calor: no	
Existe vibración: no	
Factores administrativos	
Existen incentivos salariales: sí, al cumplir con la productividad establecida	
Rotación en el trabajo: no	
Ampliación del horario de trabajo: sí	
Hay capacitaciones: sí	

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Calificación de puesto extracción**

Calificación y justificación de puestos			
Puesto: encargado de área de extracción			
Factor	Grado	Puntos	Base de calificación
Educación	3	42	Requiere de conocimiento de manejo de maquinaria bajo su cargo, conocimientos técnicos y enseñanza media
Experiencia	3	66	Dos a tres años en puesto donde trabaje con maquinaria de producción
Iniciativa e ingenio	2	28	Conocimiento de márgenes de calidad requeridos en la fruta
Demanda física	2	20	Esfuerzo físico medio al seleccionar fruta
Demanda mental y/o visual	3	15	Requiere toma de decisiones y trabajo visual al seleccionar
Responsabilidad de equipo o proceso	4	20	Es responsable del área y de los trabajadores a su cargo
Responsabilidad de material o producto	3	15	Es responsable de la fruta a ser exprimida
Responsabilidad de la seguridad de otros	3	15	Es responsable de la seguridad de los trabajadores a su cargo
Responsabilidad del trabajo de otros	3	15	Es responsable del trabajo de los trabajadores a su cargo
Condiciones de trabajo	1	10	Buenas condiciones de trabajo
Riesgos inevitables	3	15	Expuesto a accidentes con la maquinaria
Total de puntos: 261			
Grado asignado: 6			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Calificación de puesto exprimido**

Calificación y justificación de puestos			
Puesto: auxiliares de exprimido			
Factor	Grado	Puntos	Base de calificación
Educación	2	28	Enseñanza media
Experiencia	1	22	No necesaria
Iniciativa e ingenio	2	28	Conocimiento de márgenes de calidad requeridos en la fruta
Demanda física	2	20	Esfuerzo físico medio al seleccionar fruta
Demanda mental y/o visual	3	15	Requiere toma de decisiones y trabajo visual al seleccionar
Responsabilidad de equipo o proceso	1	5	Mínima
Responsabilidad de material o producto	2	10	Responsable de seleccionar la fruta que no cumpla con los márgenes de calidad
Responsabilidad de la seguridad de otros	1	5	No
Responsabilidad del trabajo de otros	1	5	No
Condiciones de trabajo	1	10	Buenas condiciones de trabajo
Riesgos inevitables	3	15	Expuesto a accidentes con la maquinaria
Total de puntos: 163			
Grado asignado: 10			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Calificación del puesto llenado**

Calificación y justificación de puestos			
Puesto: encargado de llenado			
Factor	Grado	Puntos	Base de calificación
Educación	3	42	Requiere de conocimiento de manejo de maquinaria bajo su cargo, conocimientos técnicos y enseñanza media
Experiencia	3	66	Dos a tres años en puesto donde trabaje con maquinaria de producción
Iniciativa e ingenio	2	28	Conocimiento de márgenes de calidad requeridos en producto final.
Demanda física	2	20	Esfuerzo físico medio al verificar líneas de llenado y su producto final
Demanda mental y/o visual	3	15	Requiere toma de decisiones y trabajo visual verificar producto final
Responsabilidad de equipo o proceso	4	20	Es responsable del área y de los trabajadores a su cargo
Responsabilidad de material o producto	3	15	Es responsable de la del material de llenado, tapas y producto final
Responsabilidad de la seguridad de otros	3	15	Es responsable de la seguridad de los trabajadores a su cargo
Responsabilidad del trabajo de otros	3	15	Es responsable del trabajo de los trabajadores a su cargo
Condiciones de trabajo	1	10	Buenas condiciones de trabajo
Riesgos inevitables	3	15	Expuesto a accidentes con la maquinaria
Total de puntos: 261			
Grado asignado: 6			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Calificación de puesto colocador**

Calificación y justificación de puestos			
Puesto: colocador de envases			
Factor	Grado	Puntos	Base de calificación
Educación	2	28	Enseñanza media
Experiencia	1	22	No necesaria
Iniciativa e ingenio	1	14	No necesaria
Demanda física	2	20	Esfuerzo físico medio al traer paquetes de envases
Demanda mental y/o visual	2	10	Requiere visual
Responsabilidad de equipo o proceso	1	5	Mínima
Responsabilidad de material o producto	2	10	Responsable de los envases
Responsabilidad de la seguridad de otros	1	5	No
Responsabilidad del trabajo de otros	1	5	No
Condiciones de trabajo	1	10	Buenas condiciones de trabajo
Riesgos inevitables	3	15	Expuesto a accidentes con la maquinaria
Total de puntos: 144			
Grado asignado: 11			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Calificación de puesto llenadora**

Calificación y justificación de puestos			
Puesto: operador de llenadora			
Factor	Grado	Puntos	Base de calificación
Educación	2	28	Enseñanza media
Experiencia	1	22	No necesaria
Iniciativa e ingenio	1	14	No necesaria
Demanda física	2	20	Esfuerzo físico medio al accionar la maquinaria
Demanda mental y/o visual	2	10	Requiere visual
Responsabilidad de equipo o proceso	3	15	Responsable de la llenadora
Responsabilidad de material o producto	2	10	Responsable de los envases llenos
Responsabilidad de la seguridad de otros	1	5	No
Responsabilidad del trabajo de otros	1	5	No
Condiciones de trabajo	1	10	Buenas condiciones de trabajo
Riesgos inevitables	3	15	Expuesto a accidentes con la maquinaria
Total de puntos: 154			
Grado asignado: 11			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Calificación de puesto colocador**

Calificación y justificación de puestos			
Puesto: colocador de tapas			
Factor	Grado	Puntos	Base de calificación
Educación	2	28	Enseñanza media
Experiencia	1	22	No necesaria
Iniciativa e ingenio	1	14	No necesaria
Demanda física	2	20	Esfuerzo físico medio colocar y apretar las tapas
Demanda mental y/o visual	2	10	Requiere visual
Responsabilidad de equipo o proceso	2	10	Responsable de colocar las tapas y apretarlas
Responsabilidad de material o producto	2	10	Responsable de las tapas
Responsabilidad de la seguridad de otros	1	5	No
Responsabilidad del trabajo de otros	1	5	No
Condiciones de trabajo	1	10	Buenas condiciones de trabajo
Riesgos inevitables	3	15	Expuesto a accidentes con la maquinaria
Total de puntos: 149			
Grado asignado: 11			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Calificación de puesto verificador**

Calificación y justificación de puestos			
Puesto: verificador de sello			
Factor	Grado	Puntos	Base de calificación
Educación	2	28	Enseñanza media
Experiencia	1	22	No necesaria
Iniciativa e ingenio	1	14	No necesaria
Demanda física	2	20	Esfuerzo físico medio al tomar las botellas
Demanda mental y/o visual	2	10	Requiere visual
Responsabilidad de equipo o proceso	2	10	Responsable de verificar el sello
Responsabilidad de material o producto	2	10	Responsable del producto terminado
Responsabilidad de la seguridad de otros	1	5	No
Responsabilidad del trabajo de otros	1	5	No
Condiciones de trabajo	1	10	Buenas condiciones de trabajo
Riesgos inevitables	3	15	Expuesto a accidentes con la maquinaria
Total de puntos: 149			
Grado asignado: 11			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Calificación de puesto despachador**

Calificación y justificación de puestos			
Puesto: despachador			
Factor	Grado	Puntos	Base de calificación
Educación	2	28	Enseñanza media
Experiencia	1	22	No necesaria
Iniciativa e ingenio	1	14	No necesaria
Demanda física	2	20	Esfuerzo físico al entarimar producto terminado
Demanda mental y/o visual	2	10	Requiere visual
Responsabilidad de equipo o proceso	2	10	Responsable de verificar entarimar producto terminado
Responsabilidad de material o producto	3	15	Responsable del producto terminado
Responsabilidad de la seguridad de otros	1	5	No
Responsabilidad del trabajo de otros	1	5	No
Condiciones de trabajo	1	10	Buenas condiciones de trabajo
Riesgos inevitables	3	15	Expuesto a accidentes con la maquinaria
Total de puntos: 154			
Grado asignado: 11			

Fuente: elaboración propia.

En base a estos análisis se determinó que el personal es el adecuado para llevar a cabo la tarea que se le fue asignada. Se propone tomar en cuenta el

grado asignado a cada puesto de trabajo para determinar la remuneración económica que recibirá cada trabajador tomando un sueldo base para el grado doce e ir aumentando en cierto porcentaje según el grado.

2.4.4. Jornada laboral

Se cuenta con una única jornada laboral de lunes a viernes en horario de 7:00 am a 4:00 pm y sábados de 7:00 am a 11:00 am. Si al finalizar diariamente la jornada laboral aún no se ha terminado el contenido de los tanques de producto terminado se tomarán horas extras hasta terminar el contenido de los tanques de producto terminado para el cumplimiento del *batch* diario.

2.5. Tiempos de observación

A continuación, los tiempos observados en área de producción.

2.5.1. División de la operación en elementos

Se dividieron las operaciones de cada puesto en elementos, tomando como referencia el llenado de envases de mil mililitros quedando así:

- Colocador envases
 - Tomar bolsa con botellas
 - Mover la bolsa a mesa de trabajo
 - Tomar abre cartas
 - Abrir bolsa con abrecartas
 - Tomar envases
 - Posicionar envases en línea de llenado

Nota los últimos dos elementos se repiten ocho veces hasta vaciar bolsa

- Llenar envases
 - Presionar botón para mover línea
 - Dejar de presionar botón al estar los envases en la posición correcta
 - Presionar botón para iniciar llenado
 - Dejar de presionar botón al estar los envases llenos

- Colocar tapas
 - Tomar tapa
 - Tomar botella
 - Colocar tapa en botella
 - Enroscar botella
 - Posicionar botella en banda transportadora

- Verificar de sello
 - Tomar botella
 - Abrir botella
 - Presionar sello
 - Cerrar botella
 - Posicionar botella en banda transportadora

- Despachar
 - Tomar botella
 - Sumergir botella en cubeta de agua
 - Posicionar botella dentro de canastilla
 - Llevar canastilla a la tarima
 - Tomar nueva canastilla
 - Llevar canastilla al puesto de trabajo

2.5.2. Número de ciclos por estudiar

Para el cálculo de ciclos por estudiar se usó la siguiente tabla:

Tabla XXIV. **Tabla de ciclos**

Tiempo de ciclo en minutos	Número recomendado de ciclos
0,1	200
0,25	100
0,5	60
0,75	40
1	30
2	20
2,00 – 5,00	15
5,00 – 10,00	10
10,00 – 20,00	8
20,00 – 40,00	5
40,00 o más	3

Fuente: *Time Study Manual General Electric Company.*

Por lo que para cada puesto los ciclos por estudiar son:

- Colocador envases: debido a que el tiempo estimado es de 1,5 minutos y en la tabla se interpoló; el resultado se muestra en la tabla siguiente.

Tabla XXV. **Tabla de ciclos dos**

Tiempo de ciclo en minutos	Número recomendado de ciclos
1	30
1,5	25
2	20

Fuente: elaboración propia.

El número de ciclos por estudiar es de veinticinco.

- Llenar envases: debido a que el tiempo estimado es de 0,5 minutos el número de ciclos por estudiar es de 60.
- Colocar tapas: debido a que el tiempo estimado es de 1 minuto el número de ciclos por estudiar es de 30.
- Verificar de sello: debido a que el tiempo estimado es de 0,25 minutos el número de ciclos por estudiar es de 100.
- Despachar: debido a que el tiempo estimado es de 1,5 minutos y no se cuenta con este en la tabla se interpoló para obtener el resultado.

2.5.3. Factor de actuación de los operarios

Para el cálculo del factor de actuación de los operarios se utilizó el sistema de calificación Westinghouse que se muestra en las siguientes tablas:

Se marcaron con negrita los puntos que se establecieron dando un total de -0,07. Lo que significa que el factor de desempeño de los trabajadores es de 0,93.

Tabla XXVI. **Habilidades**

Habilidades		
0,15	A1	Superior
0,13	A2	Superior
0,11	B1	Excelente
0,08	B2	Excelente
0,06	C1	Bueno
0,03	C2	Bueno
0,00	D	Promedio
-0,05	E1	Aceptable
-0,10	E2	Aceptable

Continuación de tabla XXVI

-0,16	F1	Malo
-0,22	F2	Malo

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVII. **Esfuerzo**

Esfuerzo		
0,13	A1	Superior
0,12	A2	Superior
0,10	B1	Excelente
0,08	B2	Excelente
0,05	C1	Bueno
0,02	C2	Bueno
0,00	D	Promedio
-0,04	E1	Aceptable
-0,12	E2	Aceptable
-0,17	F1	Malo
-0,18	F2	Malo

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Condiciones de trabajo**

Condiciones de trabajo	
0,06	Ideal
0,04	Excelente
0,02	Bueno
0	Promedio
-0,03	Aceptable
-0,07	Malo

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Consistencia**

Consistencia	
0,04	Perfecta
0,03	Excelente
0,01	Bueno
0	Promedio
-0,02	Aceptable
-0,04	Malo

Fuente: elaboración propia.

2.5.4. Cálculo de suplementos

Para el cálculo de suplementos se tomó como base la tabla realizada por *International Labour Office* (ILO) que se muestra a continuación:

Tabla XXX. **Tabla de suplementos**

Suplementos constantes:	
Suplemento personal	5
Suplemento por fatiga básica	4
Suplementos variables:	
Suplemento por estar de pie	2
Suplemento por posición anormal:	
Un poco incómoda	0
Incomoda (agachado)	2
Muy incómoda (tendido, estirado)	7
Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, jalar o empujar) peso levantado en libras:	
5	0
10	1
15	2
20	3

Continuación de tabla XXX

25	4
30	5
35	7
40	9
45	11
50	13
60	17
70	22
Mala iluminación:	
Un poco debajo de la recomendada	0
Bastante menor que la recomendada	2
Muy inadecuada	5
Condiciones atmosféricas:	10
Atención requerida:	
Trabajo bastante fino	0
Trabajo fino o preciso	2
Trabajo muy fino y muy preciso	5
Nivel de ruido:	
Continuo	0
Intermitente – fuerte	2
Intermitente – muy fuerte	5
De tono alto – fuerte	5
Estrés mental:	
Proceso bastante complejo	1
Atención compleja o amplia	4
Muy compleja	8
Monotonía:	
Nivel bajo	0
Nivel medio	1
Nivel alto	4
Tedio:	
Algo tedioso	0
Tedioso	2
Muy tedioso	5

Fuente: elaboración propia.

Se marcaron con negrita los puntos que se establecieron dando un total de 31. Lo que significa que el factor de actuación de los operarios es de 0,31

2.6. Tiempos estándar de la línea

Para el cálculo de los tiempos estándares en la línea se procedió a tomar los tiempos con cronometro digital continuo con espacio de memoria de 30 tiempos. Los tiempos se tomaron a todos los trabajadores y puestos, sin importar que dos o más trabajadores tengan el mismo puesto, esto se hizo con la finalidad de obtener el tiempo de cada operario. Los tiempos se tomaron en las hojas de estudio.

El resultado de los tiempos promedio observados por línea fue:

Tabla XXXI. **Tiempo promedio línea uno**

Línea 1	Tiempo promedio observado (minutos)
Colocador de envase	1,64
Operador de llenadora	0,54
Colocador de tapas 1	1,10
Colocador de tapas 2	1,08
Verificador de sello	0,22
Despachador	1,62

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Tiempo promedio línea dos**

Línea 2	Tiempo promedio observado (minutos)
Colocador de envase	1,61
Operador de llenadora	0,59
Colocador de tapas 1	1,05
Colocador de tapas 2	1,14
Verificador de sello	0,26
Despachador	1,58

Fuente: elaboración propia.

Al obtener los tiempos de observación se procedió a realizar el cálculo del tiempo normal utilizando la siguiente fórmula:

$$TN = TO * C$$

Donde:

- TN: tiempo normal
- TO: tiempo observado
- C: calificación del desempeño del operario

Tabla XXXIII. **Tiempo normal línea uno**

Línea 1	Tiempo normal (minutos)
Colocador de envase	1.53
Operador de llenadora	0.50
Colocador de tapas 1	1.02
Colocador de tapas 2	1.00
Verificador de sello	0.20
Despachador	1.51

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Tiempo normal línea dos**

Línea 2	Tiempo normal (minutos)
Colocador de envase	1.50
Operador de llenadora	0.55
Colocador de tapas 1	0.98
Colocador de tapas 2	1.06
Verificador de sello	0.24
Despachador	1.47

Fuente: elaboración propia.

Luego se realizó el cálculo del tiempo estándar con la siguiente formula:

$$TS = TN * (1 + S)$$

Donde:

- TS: tiempo estañar
- TN: tiempo normal
- S: suplemento

Tabla XXXV. **Tiempo estándar línea uno**

Línea 1	Tiempo estándar (minutos)
Colocador de envase	2,00
Operador de llenadora	0,66
Colocador de tapas 1	1,34
Colocador de tapas 2	1,32
Verificador de sello	0,27
Despachador	1,97

Fuente: elaboración propia.

Dando un total de tiempo en la línea uno de 7,55 minutos y en la línea dos de 7,59 minutos.

Tabla XXXVI. **Tiempo estándar línea dos**

Línea 2	Tiempo estándar (minutos)
Colocador de envase	1,96
Operador de llenadora	0,72
Colocador de tapas 1	1,28
Colocador de tapas 2	1,39
Verificador de sello	0,32
Despachador	1,92

Fuente: elaboración propia.

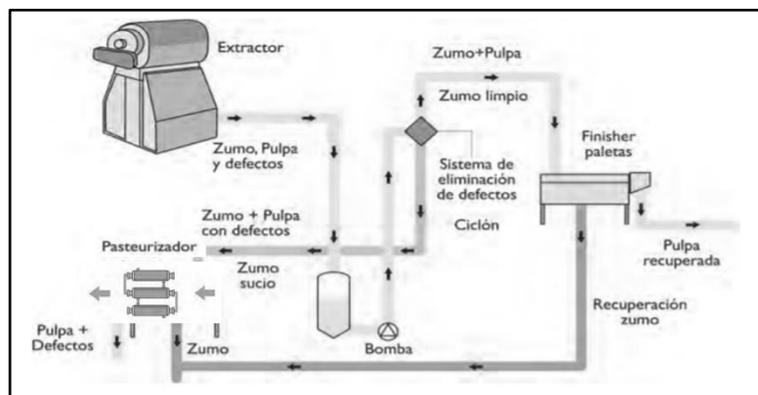
3. PROPUESTA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

3.1. Características del proceso

El jugo pasteurizado se elabora mediante el proceso de prensado de la pulpa y corazón de la fruta. Generalmente, el jugo se extrae a partir de frutos pequeños y maduros por la concentración de azúcares que contienen, además, se utilizan los desechos de la producción para otros insumos de producción. La fruta es prensada y, luego, el jugo obtenido se filtra.

Para mantener la calidad y la estandarización del jugo, en ocasiones, es necesario ajustar los valores de acidez por lo que se utilizan jarabes y acidulantes para realizar dichos ajustes. Posteriormente, es sometido al proceso de pasteurización para mantener sus propiedades y neutralizar los microorganismos. Estos pasos se ilustran en la figura siguiente.

Figura 8. Diagrama de proceso jugo pasteurizado



Fuente: elaboración propia.

3.1.1. Distribución en planta

En la distribución de la planta se realizan varios procesos y subprocesos, pero los más importantes y vitales se mencionan a continuación:

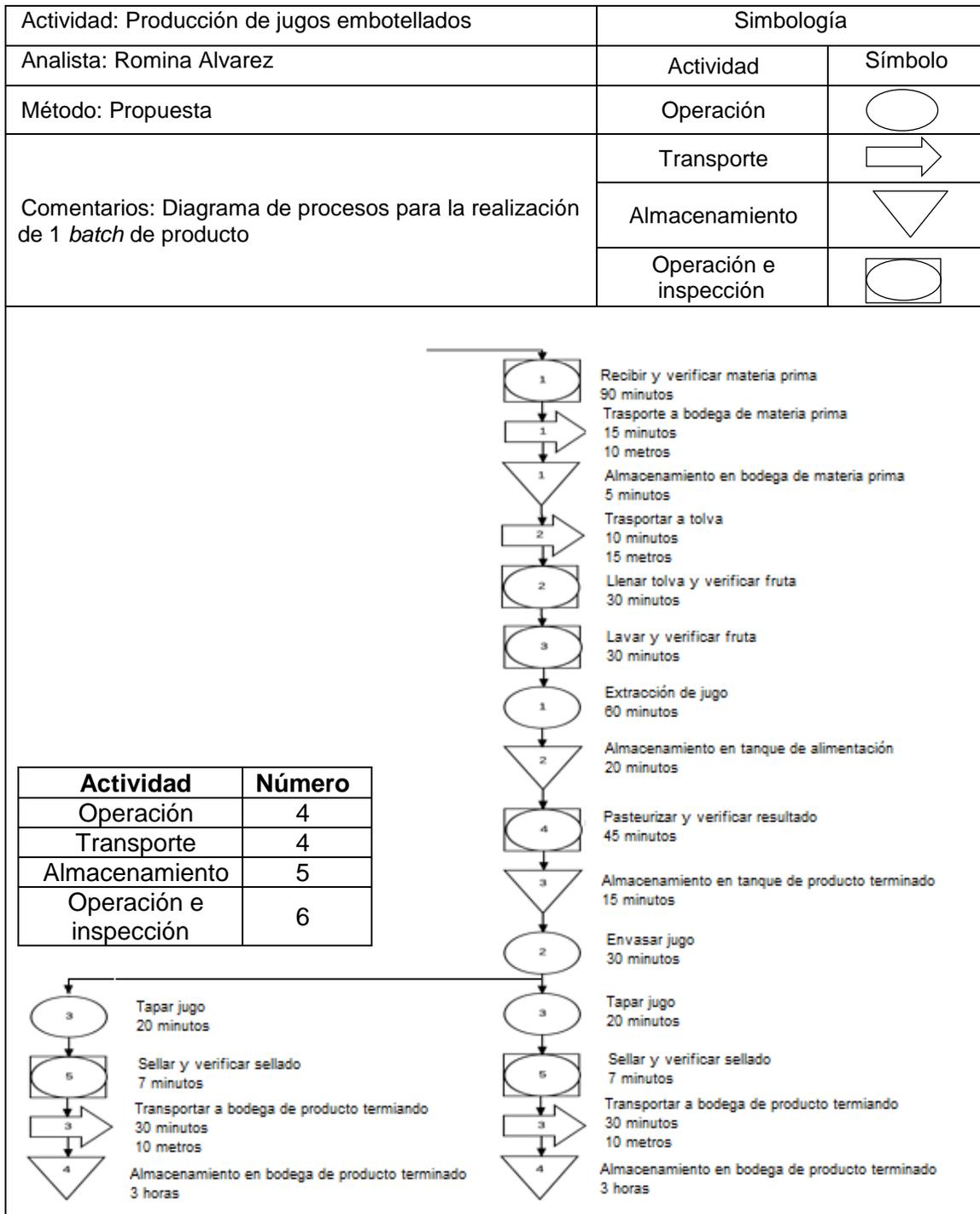
- **Extractor:** este proceso es el encargado de extraer los líquidos de la fruta para posteriormente mezclarlos con agua, azúcar y saborizantes artificiales, este proceso es vital para garantizar la calidad en sabor y consistencia.
- **Pasteurización:** proceso vital para que el producto se preserve en el tiempo, ya que en el mismo se neutralizan las bacterias y microorganismos contaminantes para garantizar la inocuidad del jugo.
- **Sistema de limpieza:** la limpieza de fragmentos de fruta o pulpa es importante ya que se manejan líneas de producto sin pulpa y es para garantizar su pureza.

3.1.2. Diagramación

Es la representación gráfica de los procesos y una herramienta de gran valor para analizarlos y ver en qué aspectos se pueden introducir mejoras. Hay determinadas actividades o acciones que implican una decisión y que hacen que el camino seguido por el proceso se interrumpa.

Hoy en día, se puede realizar un diagrama valiéndose de distintas herramientas informáticas que facilitan de gran manera. Así, este tipo de tareas es mucho más fácil de implementar que lo que era en el pasado.

Figura 9. Diagrama propuesto



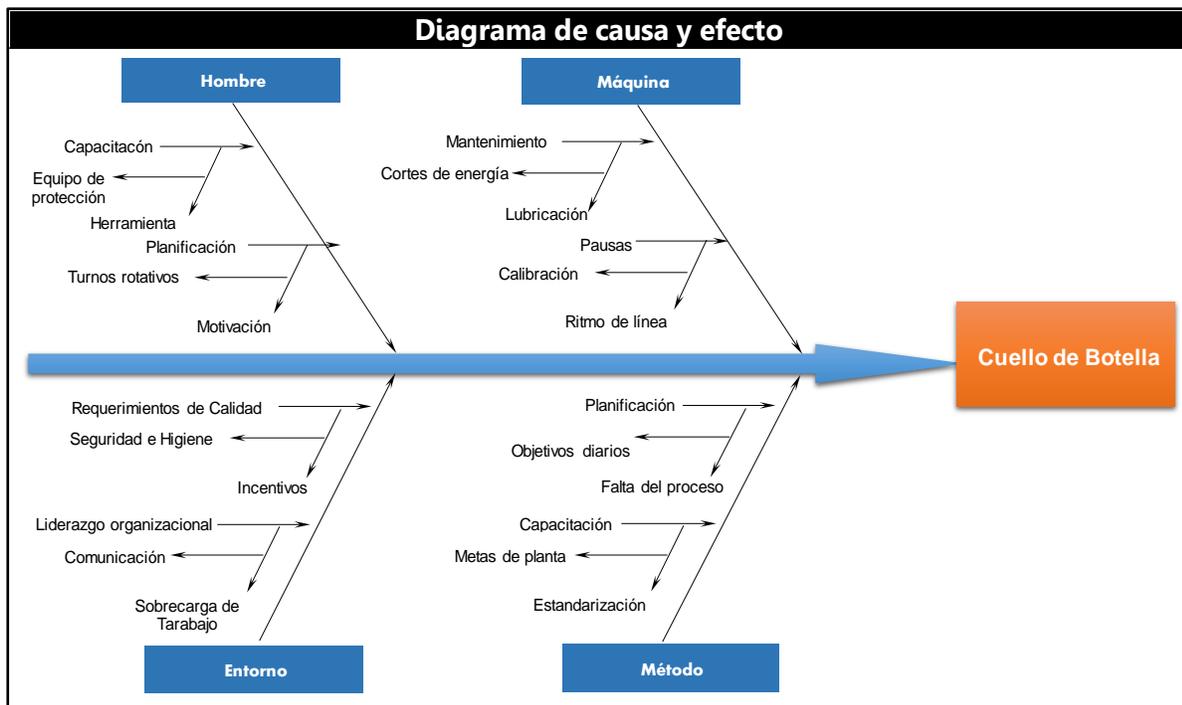
Fuente: elaboración propia.

En el proceso se encontró un fuerte cuello de botella el cual se soluciona con establecer dos estaciones de tapado y sellado, diríamos que se realizaría una inversión, pero compensa a la merma que se cuenta por no contar con estas dos estaciones ya que la merma en materia prima y material de empaque por este cuello de botella es en promedio Q 7 500,00.

3.1.3. Línea de producción

La línea de producción experimenta un atraso o cuello de botella en el área de tapado y sellado por esto se realiza un diagrama de pescado para validar todo el escenario del problema.

Figura 10. Diagrama causa y efecto



Fuente: elaboración propia.

3.1.4. Manejo de materiales

Dentro de los materiales importantes en la fabricación de los jugos contamos con los siguientes:

- **PET:** el tereftalato de polietileno, politereftalato de etileno, polietilenotereftalato o polietileno tereftalato (más conocido por sus siglas en inglés PET, *polyethylene terephthalate*) es un tipo de plástico muy usado en envases de bebidas y textiles. En este caso el 70 % de la producción se realiza con pet el resto es con tetrapack o cartón.
- **Fruta:** son aquellos frutos comestibles obtenidos de plantas cultivadas o silvestres que, por su sabor generalmente dulce-acidulado, su aroma intenso y agradable y sus propiedades nutritivas, suelen consumirse mayormente en su estado fresco, como jugo o como postre y en menor medida, en otras preparaciones, una vez alcanzada la madurez organoléptica o luego de ser sometidos a temperatura alta.
- **Azúcar:** se denomina azúcar en el uso más extendido de la palabra, a la sacarosa, cuya fórmula química es $C_{12}H_{22}O_{11}$, también llamada azúcar común o azúcar de mesa. La sacarosa es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa, que se obtiene principalmente de la caña de azúcar o de la remolacha.

3.1.5. Características del personal

Las personas que trabajan en las empresas alimentarias como en esta embotelladora han de tener formación de acuerdo con sus responsabilidades en

los puestos de trabajo. Se trata de un requisito legal que está establecido como política interna especialmente los operarios deberán garantizar:

- La supervisión y formación de los manipuladores de productos alimenticios en cuestiones de higiene alimentaria, de acuerdo con su actividad laboral, mejor conocido como la tarjeta de manipulación de alimentos, que se tramita en los centros de salud de todo el territorio de Guatemala.
- Que quienes tengan a su cargo el desarrollo y mantenimiento del procedimiento dentro de la planta de producción estén certificados con buenas prácticas de manufactura.
- El cumplimiento de todos los requisitos de la legislación nacional relativa a los programas de formación para los trabajadores de determinados sectores alimentarios.

Tabla XXXVII. **Competencias del personal de producción**

1. Llevar y mantener ropa de uso exclusivo para el trabajo.
2. Mantener un alto nivel de limpieza en las manos.
3. Mantener un alto nivel de higiene personal.
4. Conocer la responsabilidad legal.
5. Conocer la existencia de peligros físicos, químicos y biológicos que pueden afectar a los alimentos.
6. Conocer las condiciones necesarias para el crecimiento bacteriano.
7. Saber identificar las principales fuentes de toxiinfecciones alimentarias.
8. Comprender que los peligros pueden transmitirse a los alimentos.
9. Comprender la contaminación cruzada y la manera de prevenirla.
10. Saber diferenciar entre actividades de alto y bajo riesgo.
11. Conocer la temperatura a la que tienen que estar los alimentos.
12. Saber manejar los residuos de manera higiénica.
13. Demostrar en la práctica manipulaciones seguras de los alimentos.
14. Evitar prácticas no higiénicas en la manipulación de alimentos.

Continuación de tabla XXXVII

15. Saber qué hacer cuando se padece de enfermedades o heridas que puedan afectar a la seguridad alimentaria.
16. Conocer y aplicar los procedimientos de higiene en la recepción de alimentos.
17. Conocer y aplicar los procedimientos de higiene en el almacenamiento de los alimentos.
18. Velar por que los alimentos tengan las condiciones adecuadas en el momento de la entrega o expedición.
19. Evitar la contaminación cruzada por alérgenos alimentarios.
20. Mantener el lugar de manipulación de alimentos en buenas condiciones higiénicas.

Fuente: elaboración propia.

3.2. Estudio de tiempos

El propósito de medir el trabajo es determinar los hechos sobre la forma como se realiza una operación individual o un grupo de operaciones dentro del lugar de trabajo. Estos datos proporcionan información clave que puede utilizarse para evaluar la efectividad de los recursos invertidos por la organización. Luego estos datos actúan como medios para que la administración aumente la productividad por medio de la mejora de los métodos, el entrenamiento de las habilidades, el impulso del rendimiento y la eliminación o reducción de los cuellos de botella.

Un tema importante a la hora de realizar estudios de tiempo y movimiento es conocer sobre los principios. Para esto se debe diseñar el trabajo de acuerdo con las capacidades físicas de operario para obtener un buen rendimiento a la hora de hacer el trabajo, es donde entran otros aspectos como iluminación, personal, ruido, ventilación, y otros.

3.2.1. Calificación de operario

La calificación de la actuación es una técnica para determinar con equidad el tiempo requerido para que el operario normal ejecute una tarea después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio. Como se demuestra en el capítulo 2.5.3 la calificación para los operarios de planta es de 0,93 o bien el 93 %.

3.2.2. Método para la toma de tiempos

La captura de tiempos o movimientos se puede realizar de varias maneras, dependiendo del objetivo del estudio y las condiciones laborales. Los datos de tiempos y movimientos pueden ser capturados con un cronómetro común, una computadora portátil o una cámara de video. Como alternativa, los datos de tiempos y movimientos pueden ser tomados automáticamente de la memoria de las máquinas automatizadas, en el caso de embotelladora se tomarán con cronometro vuelta a cero, esto se decidió por la rapidez de los procesos y la poca automatización de la planta.

Tabla XXXVIII. Toma de tiempos

Proceso	Línea 1 (min)	Línea 2 (min)
Colocador de envase	1,64	1,61
Operador de llenadora	0,54	0,59
Colocador de tapas 1	1,10	1,05
Colocador de tapas 2	1,08	1,14
Verificador de sello	0,22	0,26
Despachador	1,62	1,58

Fuente: elaboración propia.

3.2.3. Concesiones

En la observación y extracción de información y tiempos, se observó que el cuello de botella es exactamente en el llenado y tapado de los jugos, este cuello afecta directamente a la productividad de las líneas ya que se pierde tiempo y recurso, en el momento en que hay mucho reproceso o logística inversa de la producción. Esto genera merma, que es un costo en la operación. Se propone establecer dos estaciones de llenado y sellado en cada línea de producción. Esto representa una inversión económica significativa y se propone utilizarla en la línea más fuerte ya que la segunda línea es producción tetra-pack la cual es el 30 % de la producción, no es así en la línea número uno, que es la de PET, la cual representa el 70 % de la producción.

Implementar esta estación extra en el proceso de llenado y sellado aumentaría la productividad en el 70 % de la producción, esto se propone como plan piloto para luego realizarlo en la línea dos y mejorar el 100 % de la producción.

3.2.4. Cálculo de tiempos estándar

El tiempo estándar para una operación en embotelladora es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación asignada. Se establece sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estudio de tiempos.

Tabla XXXIX. **Tiempo estándar**

Proceso	Línea 1 tiempo estándar (minutos)	Línea 2 tiempo estándar (minutos)
Colocador de envase	2,00	1,96
Operador de llenadora	0,66	0,72
Colocador de tapas 1	1,34	1,28
Colocador de tapas 2	1,32	1,39
Verificador de sello	0,27	0,32
Despachador	1,97	1,92
TOTAL	7,56	7,59

Fuente: elaboración propia.

3.2.5. Cálculo de eficiencia

Se define como capacidad de lograr ese efecto en cuestión con el mínimo de recursos posibles o en el menor tiempo posible.

En este caso para embotelladora se analizarán todas las tardanzas o pérdidas de tiempo que se encuentran en los ciclos y que hacen que se detenga la producción y la eficiencia sea baja. Según la fórmula presentada a continuación:

$$Eficiencia\ Real = 1 - \frac{\Sigma Tardanza}{\Sigma Tiempo\ asignado}$$

- Sumatoria de tardanzas: toda acción que hace que el proceso se detenga o no realice el efecto esperado, dentro de una corrida de producción.

- Sumatoria de tiempo asignado: tiempo contemplado como objetivo para culminar una corrida o *batch* de producción en tiempo normal sin imprevistos.

$$Eficiencia\ real = 1 - \frac{55\ min}{480\ min} = 86\%$$

A continuación, un estudio de Pareto, para determinar por qué el 86 % con una bitácora de incidencias que se cuenta como histórico, esto para visualizar un mejor escenario y concretar si la propuesta está acorde con las incidencias.

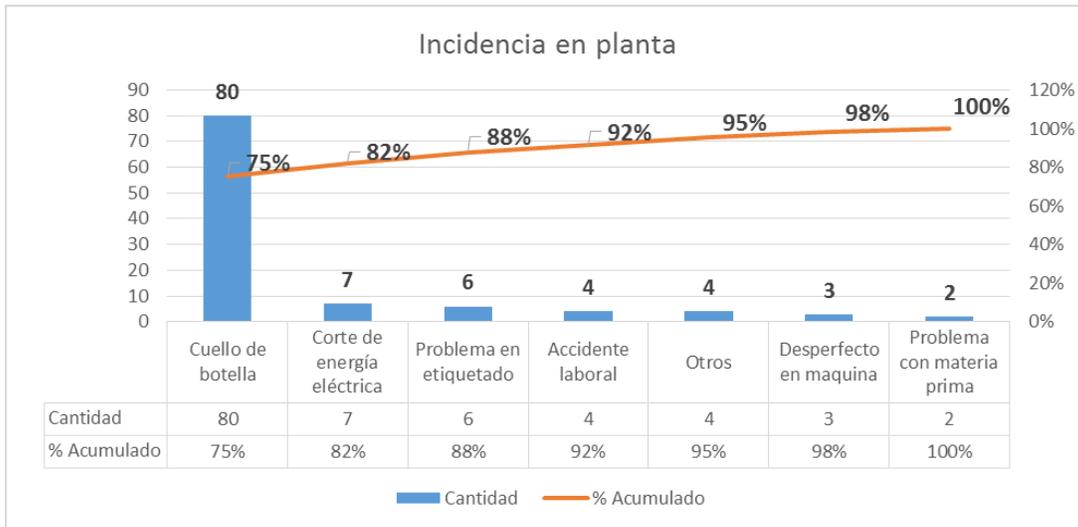
- Bitácora de incidencias: la bitácora de incidencias es una herramienta muy útil ya que en ella se encuentran registradas cada una de las eventualidades que ocurrieron durante la operación y/o desarrollo de una actividad, en este caso este historial de la planta puede ayudar para establecer un Pareto (80 % / 20 %).

Tabla XL. **Incidencia en planta**

Incidencias de 3 meses	Cantidad	%	% Acumulado
Cuello de botella	80	75%	75%
Corte de energía eléctrica	7	7%	82%
Problema en etiquetado	6	6%	88%
Accidente laboral	4	4%	92%
Otros	4	4%	95%
Desperfecto en máquina	3	3%	98%
Problema con materia prima	2	2%	100%
	106	100%	

Fuente: planta de producción, elaboración propia.

Figura 11. Pareto incidencia planta



Fuente: planta de producción, elaboración propia.

El 75 % de las incidencias en planta que generan atrasos o tardanzas son por el cuello de botella, por eso el interés se centra en este efecto, sin dejar atrás el tema de cortes eléctricos.

3.2.6. Balanceo de línea

El balanceo de línea es una herramienta muy importante para el control de la producción, dado que una línea de fabricación equilibrada permite la optimización de variables que afectan la productividad de un proceso como en este caso la planta de producción de embotelladora. El objetivo fundamental de un balanceo de línea corresponde a igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso. Este balanceo se podrá establecer al colocar la nueva estación de sellado.

3.3. Condiciones del área de trabajo

Se sabe que el trabajo forma parte de la vida, ocupando una parte importante de tiempo. Tanto es así, que la vida laboral afecta directamente el estado de ánimo, el ritmo de vida y el día a día. Por tanto, las condiciones en que las personas trabajan juegan un papel muy importante, lo que hace que se busquen unas condiciones óptimas de trabajo, algo que sería más productivo y motivante.

Es un término que se relaciona con el entorno laboral del colaborador. Es cualquier aspecto del trabajo que es susceptible de sufrir consecuencias negativas para la salud y el bienestar. Se incluyen aspectos como los tecnológicos, psicosociales, ambientales, propios de la organización o la coherencia del trabajo.

3.3.1. Protección personal

En todo tipo de industria es necesario evaluar cualquier riesgo que exista contra la higiene y seguridad ocupacional de los colaboradores en planta. En la embotelladora es necesario que las personas protejan su sistema respiratorio, utilizando un respirador para polvos, en momentos cuando se hace limpieza. Y en momentos de operación normal es importante todos cumplan con las normas de utilizar, botas de hule, mascarilla, cubreboca, entre otros:

Figura 12. **Equipo de protección en planta**

Bata sanitaria	
Gorra sanitaria	
Mascarilla	
Botade hule	

Fuente: planta de producción, elaboración propia.

3.3.2. Ergonomía

La ergonomía es la disciplina que se encarga del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas, de modo que coincidan con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades de los colaboradores en gestión.

Durante todo el proceso en embotelladora se encontraron hallazgos que al cargar las canastas de producto terminado algunos operarios no utilizaban cinturón de prevención para espalda, esto ayuda a reducir riesgos de lesiones en la espalda que puedan interrumpir la productividad de la planta.

3.3.3. Ambiente laboral

El ambiente laboral es un elemento muy trascendental en el día a día de la empresa, pese a que es difícil determinar o precisar las características que lo propician. Desde el punto de vista del empleado, el ambiente laboral es el conjunto de contextos que contribuye a lograr la satisfacción o comodidad en el trabajo.

En la embotelladora se cuenta con áreas de oportunidad ya que anteriormente el personal no contaba con cafetería, pero actualmente está en construcción y se proyecta la inauguración en una semana. Dentro de las encuestas realizadas los colaboradores expresaron malestar por no contar con cafetería. La respuesta fue readecuar un espacio que se contaba de bodega para la misma.

3.3.4. Iluminación

La iluminación puede ser natural, artificial o combinada. La de tipo natural debe ser la más aprovechada ya que es económica. Existen muchos obstáculos que impiden el aprovechamiento de la luz, como limitaciones en la construcción del edificio. Por esto y otros factores se complementa con la luz artificial.

Actualmente, la fábrica utiliza muy poca luz natural por lo que hay lugares con baja iluminación. Para mejorarla es necesario sustituir láminas normales por algunas transparentes, para que por lo menos exista un 20 % del techo transparente y el resto con lámina galvanizada.

En los lugares donde no hay iluminación natural se deben colocar luminarias que mantengan un ambiente agradable para los colaboradores y que permita

observar cualquier imperfección en la producción, o exista menos riesgo de accidentes por falta de iluminación.

3.3.5. Ruido

El clima de producción debe ser adecuado y agradable para que la programación de producción se cumpla. El ruido es un factor tan importante como los anteriores ya que una persona no puede estar expuesta a decibeles muy altos por mucho tiempo sin afectar su salud.

Dentro de la embotelladora, según una medición realizada con anterioridad, los niveles de ruido alcanzan entre 85 y 90 decibeles en ciertas partes, donde se encuentran las máquinas de sellado.

Según los datos anteriores las personas que realizan estos trabajos o bien están en esas áreas, deben utilizar tapones auditivos para reducir los niveles de ruido y no afectar su salud.

3.4. Mantenimiento maquinaria y equipo

Desde el momento que embotelladora inicio el proyecto de jugos esta consiente de este aspecto y que es de vital importancia para salvaguardar la integridad de los equipos y extender su tiempo de vida en producción.

En el sector industrial, los equipos y las maquinarias son parte fundamental porque permiten que la producción sea continua, también es una manera de mantener al personal seguro y evitar accidentes que puedan poner en peligro la integridad y salud. Por esto los mantenimientos pueden ser planificados y no planificados.

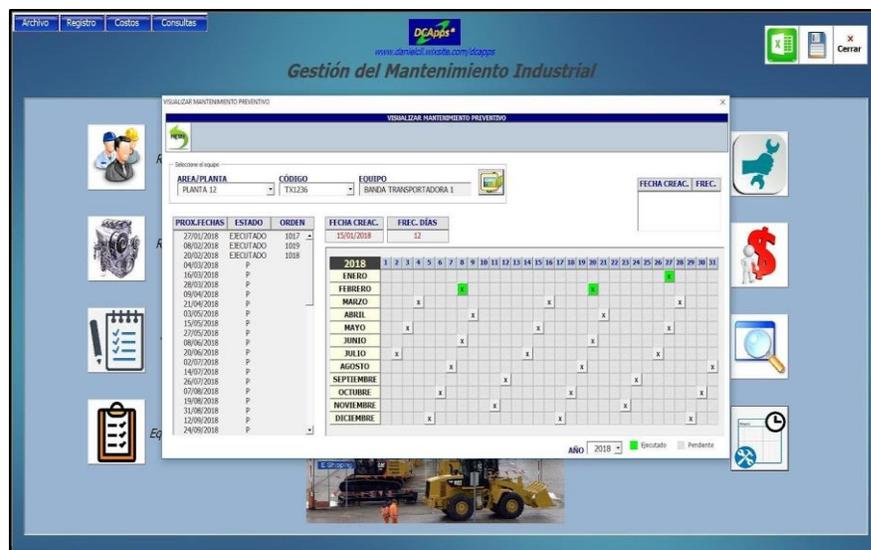
3.4.1. Mantenimiento preventivo

Los preventivos o programados son característicos de menor costo debido a que son en horarios no productivos para la producción y se cuenta con tiempo para la manufactura de piezas importantes, también reduce el riesgo de accidentes en horarios laborales.

3.4.2. Mantenimiento correctivo

Son aquellos que se tienen que ejecutar de emergencia porque la máquina falla, esto puede provocar problemas de distinta índole. Por un lado, si una pieza clave falla, esto pararía la producción y lastimaría la productividad directamente. También aumenta proporcionalmente el riesgo de accidentes laborales en horas productivas.

Figura 13. Programa de mantenimiento programado



Fuente: programa embotelladora 2018.

3.5. Control de la calidad

El control de calidad consiste en la implantación de programas, mecanismos, herramientas o técnicas en una compañía para la mejora de la calidad de sus productos o servicios. El control de la calidad es una estrategia para asegurar el cuidado y mejora continua con el fin de mantener los mejores estándares mundiales y abrir nuevos nichos de mercado más exigentes.

3.5.1. Control de la calidad en la recepción de materia prima

Para la elaboración de jugos de calidad, la embotelladora cuenta con un protocolo de calidad para ingresar a la bodega de almacenamiento. Este proceso garantiza el buen desempeño en producción para evitar paros por calidad y garantiza un producto final adecuado para seguir fidelizados con los clientes o consumidores finales.

3.5.2. Control de la calidad en proceso de producción

En el proceso de producción es muy importante generar la cultura de calidad en todos los colaboradores, como es el caso de la embotelladora por diferentes incidencias en la historia de producción todos contribuyen con ojo clínico en cuanto a las máquinas, materia prima, material de empaque, etiquetas, fechadoras y otros en el momento de iniciar una corrida de producción. Esto hace que la producción se mantenga en niveles adecuados ya que de lo contrario se corren riesgos de paros en máquinas o paros en toda la producción, los cuales ponen en riesgo la productividad y eficiencia.

3.5.3. Control de la calidad en producto terminado

Respecto del producto terminado se cuenta con una bodega de ciento veinte metros cuadrados, con el fin de resguardar la mercadería o producto terminado. Debido a que se cuentan con jugos pasteurizados no deben perder la cadena de frío luego de su fabricación. Por esto la bodega está en temperatura de refrigeración que oscila entre los cinco a siete grados centígrados. Los mismos separados entre productos cítricos y no cítricos para evitar contaminación cruzada.

4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1. Documentación de procedimientos

A continuación, se establecerá el plan de trabajo para la implementación de la propuesta.

Tabla XLI. **Plan de implementación**

Actividad	Justificación	Tiempo	Factibilidad	Acciones
Control de materiales	Análisis de calidad en producción	Diario	Cultura al cambio	Calificación de calidad
Estudio de tiempos y movimientos	Rendimiento de la implementación	Mensual	Tableros de gestión	Gestión a la vista
Control de calidad	Búsqueda de la mejora continua	Diario	Estudio de la competencia	Comparativo en el mercado
Mantenimiento Programado	Mantener el estándar	Mensual	Políticas de calidad	Medición de ejecución
Acciones correctivas	Establecer el estándar	Diario	Políticas de calidad	Medición de implementación
Beneficio / Costo	Impacto en la operación	Mensual	Información	Mantenimiento de indicador

Fuente: planta de producción, elaboración propia.

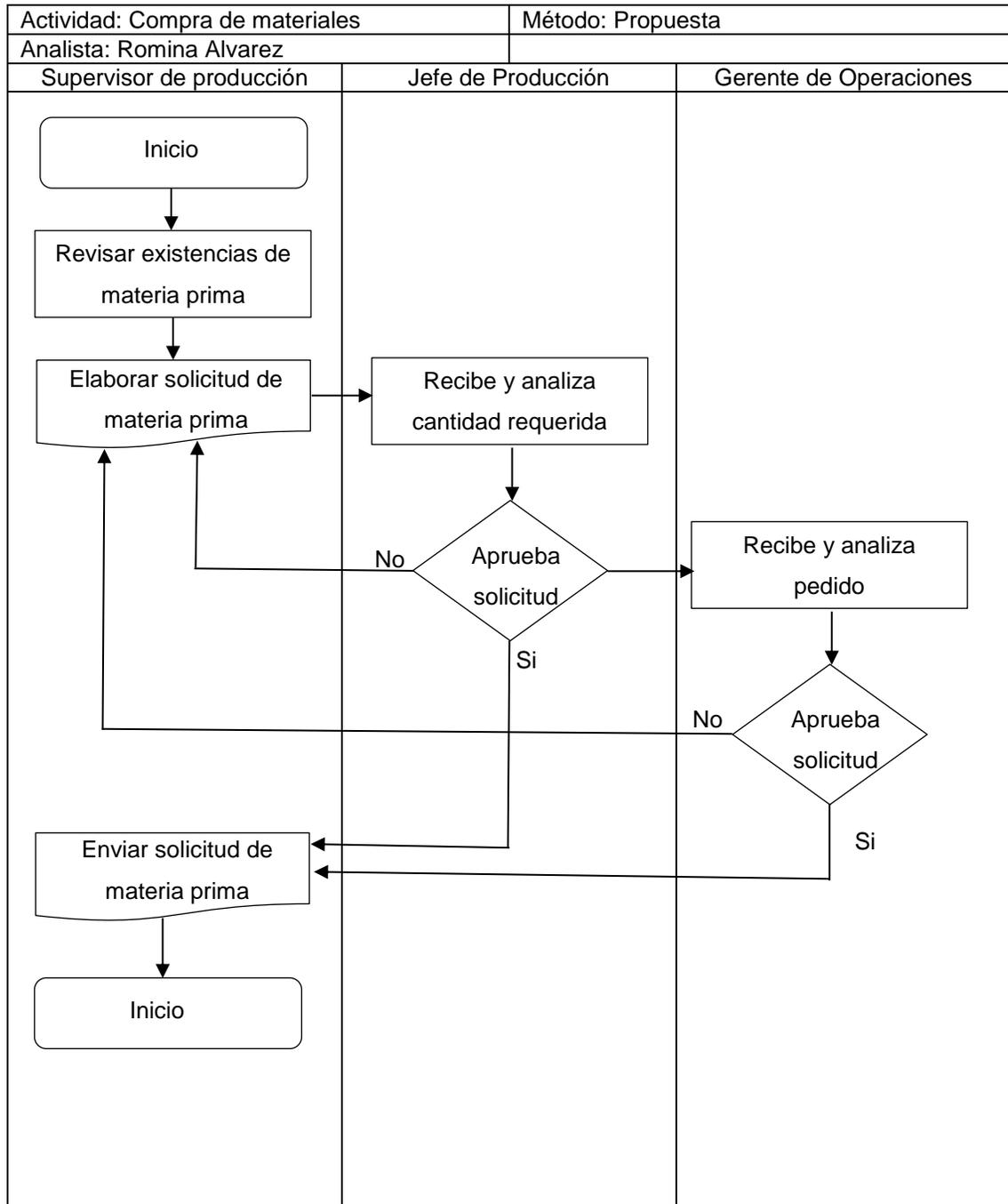
4.1.1. Procedimiento de control de materiales

Los materiales representan un conjunto de unidades básicas que una vez pasan por el proceso de transformación o producción se concretan en productos terminados, se lleva a cabo a través del uso de la mano de obra calificada que se adiciona a diversos costos incurridos durante la ejecución de producción, estos son conocidos como costos indirectos de fabricación.

Por ello, los materiales son elementos agrupados, usados con algún fin específico; Además, constituyen el elemento principal de los costos de producción, los cuales se transformarán en productos terminados al agregarles los costos de transformación, que pueden ser directos e indirectos. En consecuencia, los materiales están representados por una serie de insumos básicos necesarios para realizar el proceso de transformación que dará como resultado final un nuevo fruto llamado producto terminado, este caso los jugos de embotelladora.

- **Materiales directos:** son todos los materiales que pueden identificarse en la fabricación del producto terminado, fácilmente se asocian con este y representan el principal costo de materiales en la elaboración del producto. En este caso para la embotelladora algunos ejemplos serían: la azúcar, el agua potable, la fruta, colorantes entre otros.
- **Materiales indirectos:** los materiales indirectos están enmarcados en todos los materiales que, aun cuando son utilizados en el proceso productivo, son los que auxilian o prestan un servicio a la transformación productiva, por lo que, representan suministros a la fabricación desarrollada por la empresa.

Figura 14. Propuesta de flujo de compra de materiales



Fuente: elaboración propia.

En la figura 16. Se observa el proceso de propuesta en la adquisición de compra de materiales. Esto porque anteriormente dentro de tres puestos de trabajo realizaban todas las compras de materiales directos e indirectos, haciendo que se desperdiciara tiempo en procesos repetitivos, se eligió a la persona con más experiencia en compras para que realizara la operación y con esto se segmenta el proceso y se da empoderamiento al respecto.

4.1.2. Procedimiento de estudio de tiempos y movimientos

Con el estudio se estableció que el incidente recurrente de pérdida de tiempo en las líneas de producción se genera en el cuello de botella producido en el proceso de llenado, sellado y etiquetado. Según una bitácora de incidencias en planta también adjudica esta incidencia como la que establece pérdidas en merma, tiempo improductivo e improductividad.

Más adelante se realizará el análisis económico que esto conllevará para mejorar la productividad en general de la planta de producción. A continuación, se establece un bosquejo del proceso de estudio de tiempo que el gerente de operaciones en conjunto con el jefe de producción debe realizar constantemente para la medición de los procesos y entender que lo que no se mide no se puede mejorar y menos gestionar.

Figura 15. Formato de toma de tiempos

DEPARTAMENTO																				ESTUDIO N° 12				
OPERACIÓN: <i>Montaje del interruptor Bx12</i>		UNIDADES: <i>cmis</i>																		HOJA N° 3 DE 5				
																				FECHA <i>25/03/99</i>				
HOJA DE TRABAJO																								
N°	ACTIVIDAD	TIEMPOS BÁSICOS POR CICLO																			TT	F	TB	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19				20
1	<i>A</i>	50	58	47	53	53	44	47	53													405	8	50,6
2	<i>B</i>	58	45	47	47	47	51	48	48													391	8	48,8
3	<i>C</i>	21	20	26	24	22	25	30	30													198	8	24,7
4	<i>D</i>	35	38	36	34	37	38	35	31													284	8	35,5
	<i>POR CICLO</i>	164	161	156	158	159	158	160	162													1278	8	159,7
	<i>Comentar con inspector verificación de piezas</i>		120																			120	1	120
	<i>Ayudar a descargar piezas</i>			76																		76	1	76
	<i>Total</i>																					1474		
OBSERVACIONES																								
NOTAS: TT = tiempo total F = número de ciclos; TB = tiempo básico promedio																								

Fuente: elaboración propia.

4.1.3. Procedimiento de control de calidad

La calidad es un aspecto importante para el crecimiento de la compañía, esta embotelladora se caracteriza por contar con un crecimiento en los últimos años de hasta 15 %, por esto es vital establecer un procedimiento de calidad total. Donde se valide la calidad de los empleados, de las materias primas de los proveedores entre otros. Las grandes corporaciones así funcionan se propone esta estrategia a la embotelladora. Para iniciar se establece un protocolo básico de materias primas, esto mejorará la calidad de los productos finales

Figura 16. **Protocolo de calidad de materia prima**

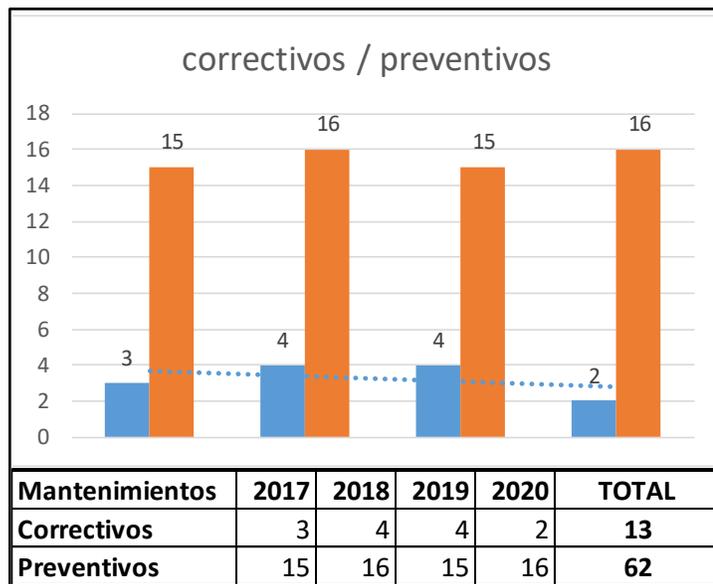
DESCRIPCION DEL PROCESO	
<p>1. Higienizar el área</p> <p>Antes de comenzar las operaciones de esta área debe tener la indumentaria adecuada y limpiar e higienizar muy bien los equipos y utensilios a utilizar ya que esto es una fuente de contaminación para la elaboración del producto.</p>	
<p>2. Recepción de materia prima.</p> <p>Las materias primas deben ser de la mejor calidad En el momento de la recepción se verifica mediante inspección visual que las condiciones higiénicas del transporte han sido las adecuadas y que no se hayan transportado productos indeseables.</p>	
<p>3. Descargar la materia prima.</p> <p>El operario debe contar con los elementos de protección personal para esta operación, teniendo precaución al momento de bajarlos</p>	

Fuente: programa de calidad, elaboración propia.

4.1.4. Procedimiento de mantenimiento de maquinaria y equipo

La maquinaria y equipo desde su instalación cuenta con el programa de mantenimiento, debido al alto costo de las máquinas, este es un activo que no puede estar asegurado en su mantenimiento, como se indicó anteriormente gracias a estas programaciones los equipos no han presentado problemas graves que pongan en riesgo la operación. Sin embargo, se hace énfasis en su importancia. A continuación, se presenta una gráfica de la distribución entre los mantenimientos preventivo y correctivo.

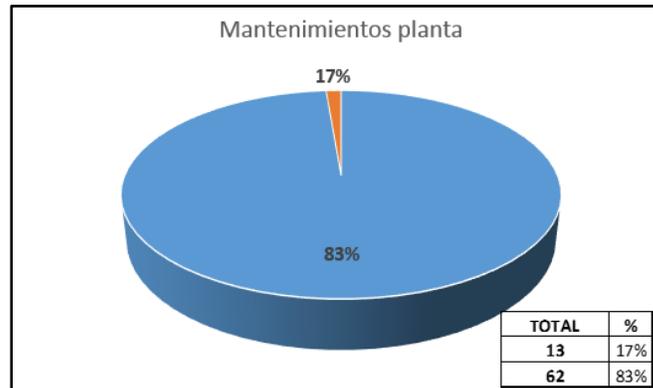
Figura 17. **Mantenimiento preventivo contra correctivo**



Fuente: elaboración propia.

A continuación, una distribución de pie para encontrar la relación con todos los mantenimientos a planta desde 2017 hasta abril de 2020.

Figura 18. **Distribución de mantenimientos de planta**



Fuente: elaboración propia.

Debido a esta distribución en la figura 19. Se puede concluir que en los casos de mantenimiento está en una zona de control.

4.2. Guía de capacitación de personal

Para iniciar se procederá a la capacitación del sector operativo ya que es el personal que directamente tendrá los cambios más significativos, en este son las dos personas que anteriormente realizaban compras de insumos, ahora estarán en la nueva estación de envasado. Por el momento esto no altera el presupuesto pues las personas ya se encontraban en la operación, la diferencia serían las horas extras que reporten.

Luego, se realizaría la capacitación del personal de jefaturas y supervisores de planta, para definir qué nivel de eficiencia debe aumentar con esta nueva estación, debido al cuello de botella estaría anulándose. La nueva eficiencia debería de demostrarlo.

Figura 19. **Lista de control capacitación**

CAPACITACION

LISTA DE CHEQUEO DEL AREA DE CAPACITACION

IDENTIFICACION DE LA NECESIDAD Y ORGANIZACIÓN DE LA CAPACITACION				
DESCRIPCION	OBSERVACIONES	SI	NO	N/A
Tareas de preparación				
Obtener los permisos necesarios				
Organizar los registros de talleres				
Reservar el lugar de capacitación				
Seleccionar al personal encargado de la capacitación				
Identificar los asistentes a la capacitación				
Establecer el apoyo para logística de la capacitación				
Preparar agenda para identificar participantes, horario y programación del evento				

Fuente: elaboración propia.

4.2.1. Resistencia al cambio

Se entiende que a cualquier cambio el ser humano responde de diferentes formas, y en este proyecto se romperá el paradigma y se podrán transformar esas emociones y enfocarlas en el éxito del proyecto. A continuación, tres aspectos que se tomarán en cuenta para implementar y minimizar cualquier resistencia al éxito del proyecto.

- Comunicación: personal de recursos humanos, informará sobre la implementación de la nueva estación en línea uno. Y comunicará el

historial dentro de la embotelladora de los participantes y hacerlos dueños desde un inicio para el compromiso del caso.

- Participación: para hacer partícipes a los involucrados, intervendrán desde el anuncio y capacitación, donde se les atenderá como los anfitriones de cada capacitación; cada una será con goce de sueldo a manera de motivación.
- Generar compromiso: el objetivo primordial en la capacitación es crear el compromiso para que el proyecto sea un éxito y evitar dejar eslabones sueltos que lo impidan.

4.2.2. Pruebas en la línea de producción

Dentro de la implementación no se presentaron incidentes en línea y el cuello de botella fue eliminado asertivamente, esto como consecuencia del involucramiento de todo el personal de planta. De los apuntes del día es que no se generó ni una unidad dañada, ni costos de merma. Este resultado es más que satisfactorio para la gerencia dando un giro a la meta de merma que ahora apunta a ser cero. Todo esto para la línea uno donde fue implementado el proyecto o mejora.

- Nuevo cálculo de eficiencia de producción

$$Eficiencia\ real = 1 - \frac{25\ min}{480\ min} = 95\%$$

Con la implementación de una estación más de sellado para la línea uno, se mejoró la eficiencia en nueve puntos, para toda la planta de producción, siendo que el estudio de tiempos y movimientos tenga sus beneficios en indicadores de desempeño y en rentabilidad como se verá más adelante.

4.3. Costos de implementación de los métodos

Dentro de los costos de producción, se plantean los costos de la siguiente manera:

Tabla XLII. **Costos de implementación**

Tipo	Pre - Implementación	Post - Implementación	Diferencia
Mano de obra	Q 6 000,00	Q 6 000,00	Q 0
Maquinaria y equipo	Q 0	Q 60 000,00	(Q 60 000, 00)
Capacitación	Q 0	Q 8 000,00	(Q 8 000, 00)
Mantenimiento (fijo)	Q 0	Q 1 000,00	(Q 1 000, 00)
Merma (fijo)	Q 7 000,00	Q 0	Q 7 000,00
TOTAL	Q 13 000,00	Q 75 000,00	(Q 62 000,00)

Fuente: elaboración propia.

Si se entiende que en el primer mes de implementación se percibirá un balance negativo de sesenta y dos mil quetzales, se debe tomar en cuenta que la merma en la línea uno se disminuyó al 100 % (Q 7 000,00).

Este sería el ahorro mensual, ya que la maquinaria y capacitación es una única inversión y el mantenimiento de la estación es fija, se proyecta un ahorro real mensual de (Q 6 000,00), con esto se deduce que se necesitarían 10 meses para recuperar la inversión después del mes de implementación.

Figura 20. **Proyección de ahorro 2021 planta de producción**



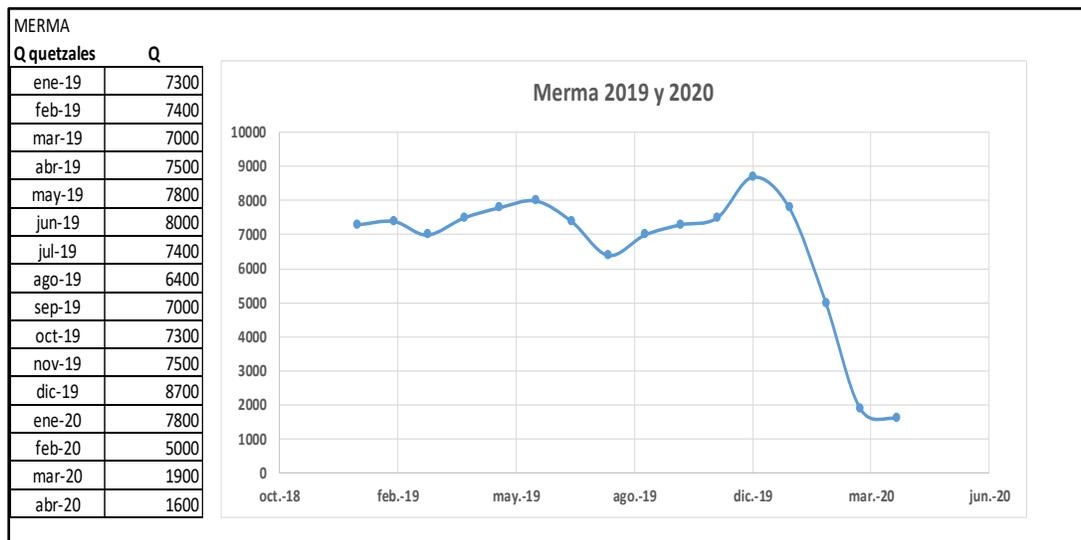
Fuente: elaboración propia.

5. SEGUIMIENTO

5.1. Evaluación de resultados

Los resultados son positivos debido a que la eficiencia en planta aumento, y el ahorro se iniciara a ver al año posterior a la implementación. Esto por la inversión en la estación de sellado. Es importante analizar la disminución de merma a nivel global de la planta, si bien es de cero en la línea uno. En la línea dos no se cuenta con una estación nueva, pero el nivel de producción en la línea dos es menor. A continuación, un análisis de la merma para entender el impacto de reducción global en la planta embotelladora.

Figura 21. Análisis de merma general



Fuente: elaboración propia.

5.1.1. Corrección y ajustes de los métodos y técnicas

En el mes de implementación se detectaron falta de calibración de presión en la nueva estación la cual demostró oportunidad y fue notificado para su calibración, esto con el aspecto de equipo. Por el lado de personal no se presentó ningún incidente al contrario aumento el interés de los resultados de planta y la responsabilidad de la gestión a la vista con los nuevos resultados.

5.2. Revisión de la guía de capacitación de personal

Se cumplieron los objetivos en capacitación a todos los involucrados en todos los niveles. Esto ayuda al compromiso del nuevo rumbo que toma la planta, que es el de mejora continua. Se recomienda realizar chequeos semanales de todo el proceso para no perder el objetivo.

Figura 22. **Cumplimiento de capacitación**



Fuente: elaboración propia.

5.3. Utilización de formatos

Estos formatos son para seguimiento en instancias que lo requiera la operación o bien la implementación de auditorías para la nivelación de utilización de recursos.

5.3.1. Estudio de tiempos

Para el estudio de tiempos se recomienda la utilización del formato descrito a continuación, el cual se acopla a la operación de embotelladora por el tipo de relación hombre-máquina.

Figura 23. Formato para el estudio de tiempos

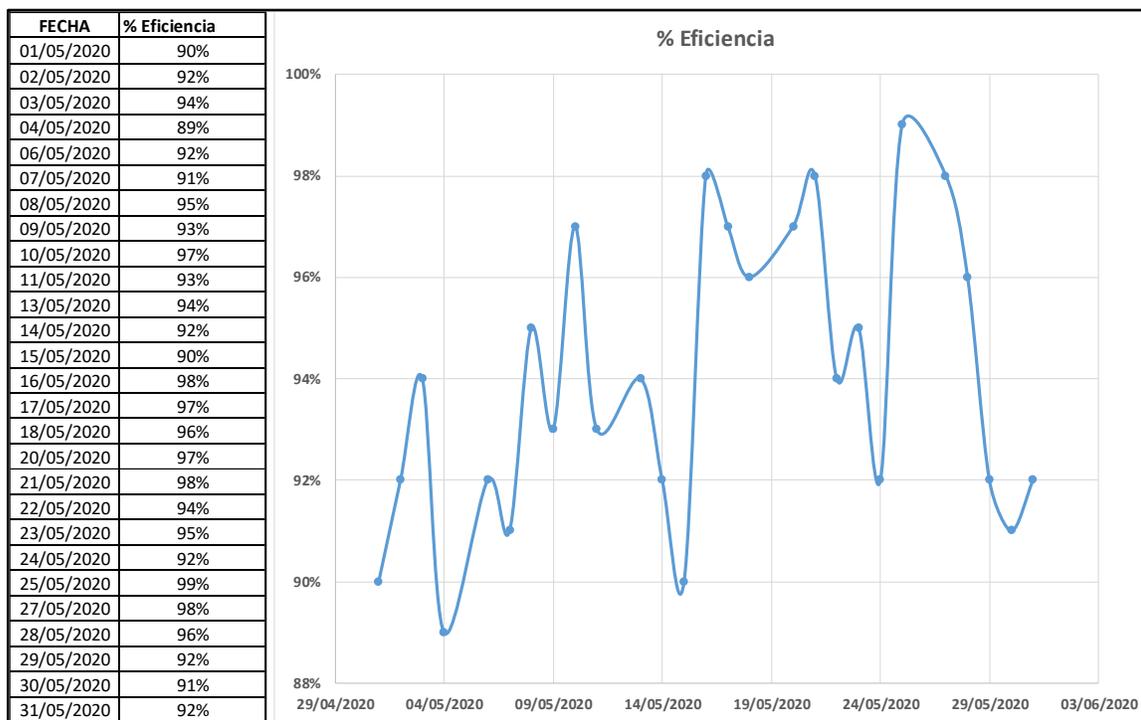
ESTUDIO DE TIEMPOS: CICLO BREVE												
DEPTO.:	SECCION:			ESTUDIO núm.:								
OPERACION:	Estudio de Métodos núm.:			HOJA núm.:								
INSTALACION/MÁQUINA:	Núm.:			TERMINO:								
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES:	COMIENZO:								TIEMPO TRÁNSC.:			
PRODUCTO/PIEZA:	Núm.:			OPERARIO:								
PLANO Núm.:	MATERIAL:			FICHA:								
CALIDAD:	CONDICIONES TRABAJO:			OBSERVADO POR:								
NOTA: Dibuje plano del taller al dorso				FECHA:								
				COMPROBADO:								
ELEMENTO	Tiempo observado (Ciclos)										ΣT	$\bar{T}(s)$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
T												
L												
T												
L												
T												
L												
T												
L												
T												
L												
T												
L												
T												
L												
T												
L												
T												
L												
T												
L												
T												
L												

Fuente: elaboración propia.

5.3.2. Medición de eficiencia

Se recomienda realizar la medición diaria de la eficiencia, para validar el rendimiento del proyecto y de igual manera establecer que tanto sigue afectando la línea dos que carece de la estación sigue presentando cuello de botella. A continuación, un histórico de abril de 2020 con las nuevas eficiencias diariamente.

Figura 24. Eficiencia abril 2020

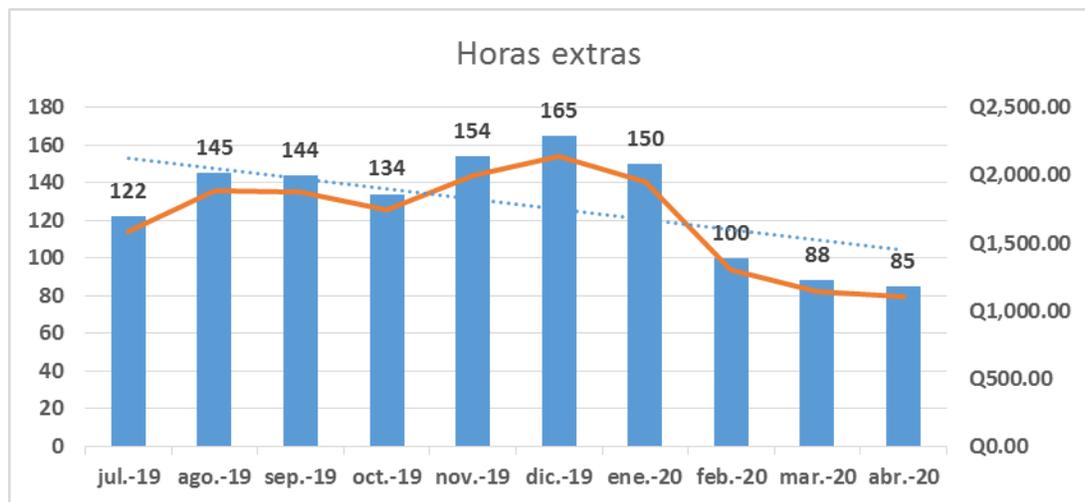


Fuente: elaboración propia.

5.3.3. Medición de productividad de mano de obra

Para valorizar este aspecto se validarán las horas extras pagadas desde el momento de la implementación y se podrá validar si se está necesitando de más o menos horas extras en la operación, se verá el rendimiento de la ocupación de mano de obra. Como se aprecia en la figura 25. A partir de febrero las horas extras se redujeron debido a que el cuello de botella en línea uno ya no existe, estos atrasos en el proceso generaban tiempo extra de producción para el cumplimiento de la meta diaria. Es decir, que se logró controlar hasta sesenta horas extras mensuales lo cual favorece el costo de mano de obra actualmente.

Figura 25. **Horas extras**



Fuente: elaboración propia.

5.3.4. Control de calidad en la línea

El control de calidad se establecerá con los parámetros siguientes:

- Eficiencia general menor al 90 %: la eficiencia deberá ser mayor al 90 % según los cálculos que se realizaron, de lo contrario se deberá realizar una auditoria más exhaustiva y proponer un plan de acción al respecto.
- Merma: la merma no deberá ser mayor a Q 2 000,00 de lo contrario se estaría llegando a niveles insostenibles y dejaría de ser rentable para la operación.
- Evaluaciones de laboratorio: en todos los lotes de producción el encargado de laboratorio deberá recoger una muestra y hacer las evaluaciones microbiológicas establecidas para garantizar la inocuidad de los jugos.
- Horas extras a empleados: en una demanda normal de los productos fabricados las horas extras en planta no deberán sobrepasar las cien horas mensuales. De lo contrario nuevamente puede ponerse en riesgo el éxito del proyecto, se recomiendan mes a mes realizar auditorías para no sobrepasar esta cuota, a menos que la planta cuente con una demanda más alta.

CONCLUSIONES

1. Incorporar una nueva estación en embotelladora, beneficio en costos y eficiencia a la operación en planta de producción y llevando a reducir el costo de mano de obra en horas extras hasta sesenta horas promedio mensual.
2. Implementar la estación en sellado, mejora el cuello de botella establecido para la línea uno, mejorando el flujo operativo mediante la observación y aplicación de flujos de procesos.
3. Medir tiempos de importación en los procesos en embotelladora aportó para la propuesta de una nueva estación de sellado logrando mejorar la eficiencia de 86 % a 95 % en promedio global.
4. Establecer mejores tiempos en la producción para la reducción de la merma en la producción, costo que últimamente se tenía en crecimiento constante por los cuellos de botella detectados. Erradicando el más importante que es la línea uno, donde se produce el 70 % de los productos.
5. Identificar tiempos improductivos aportó al aumento de la eficiencia general en planta y reducción de costos por unidad producida.
6. Implementar el método de mejora aumentará la rentabilidad de la empresa y los gerentes encontraron una nueva forma de gestión administrativa con indicadores capaces de mejorar la rentabilidad.

RECOMENDACIONES

1. Revisar constantemente el indicador de eficiencia en planta para mantener la rentabilidad en niveles óptimos.
2. Implementar este modelo de trabajo ya que puede ser considerado como un plan piloto con aplicación en otras empresas embotelladoras, para evaluar su sistema de sellado y encontrar una relación entre costo / beneficio para su implementación y mejora de rentabilidad.
3. Establecer un proceso de retroalimentación continuo propiamente de los usuarios, que emplean las máquinas y buscar la mejora continua en la operación de producción.
4. Monitorear constantemente el pago de horas extras en planta de producción para mantener la rentabilidad del proyecto y garantizar que en el año siguiente inicie el ahorro económico.
5. Determinar indicadores de desempeño en el área de producción, para conocer la capacidad productiva instalada, trazar metas que puedan cumplirse, así como establecer también operaciones estables, eficientes, eficaces y productivas.

BIBLIOGRAFÍA

1. CASTILLO, Óscar. *Estudio de tiempos y movimientos en el proceso de producción de una industria manufacturera de ropa*. Trabajo de graduación Ing. Mecánica. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala 2005. 181 p.
2. FRED, Manuel. *Estudio de tiempos y movimientos, manufactura ágil*. Madrid: Edit Prentice Hall. 2005. 472 p.
3. FUENTES, Gloria, *Estudio de tiempos y movimientos a las operaciones realizadas en una pequeña industria de productos lácteos*. Trabajo de graduación Ing. Mecánica. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2003. 185 p.
4. GÓMEZ, Roberto. *Estudio del trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México: Mc Graw Hill.1968. 934 p.
5. MARTÍNEZ, Karla. *Reorganización del proceso de producción de la empresa TANPORT S. A*. Trabajo de graduación Ing. Mecánica. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2001. 222 p.
6. NIEVEL, Benjamín W. *Ingeniería Industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: Mc Graw Hill 2002. 10 p.

7. NIEVEL, Benjamín y. ANDRIS, Freivalds. *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11 ed. México: Alfaomega. 1998. 245 p.
8. RAMÍREZ, Carlo. *Manual de seguridad industrial*. México: Editorial Lumisa S.A. 1993. 255 p.
9. Reglamento técnico centroamericano. *RTCA 67.01.33:06*. [en línea]. <<http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/nic98358.pdf>> [Consulta: 11 de octubre 2019].
10. TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. Guatemala. Imprenta Universitaria. 2006. 177 p.

ANEXO

Anexo 1. Llenadora modelo industrial



Fuente: catalogo AGMD Industrias eléctricas 2020.