



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA LINEA PET MESAL  
EN LA EMPRESA FUENTES SAN FELIPE S.A”**

“Proyecto de titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial”

**Autores:**

Soledispa Pazmiño Johanna Valeria

Travez Alvarez Kevin Ismael

**Tutor:**

Ing. MSc. Ángel Marcelo Tello Condor

**LATACUNGA – ECUADOR**

**AGOSTO - 2023**



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Soledispa Pazmiño Johanna Valeria con C.I 0550183503 y Travez Alvarez Kevin Ismael con C.I 0550367460, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA PET MESAL EN LA EMPRESA “FUENTES SAN FELIPE S.A”**, siendo el Ing. MSc. Ángel Marcelo Tello Condor, tutor del presente trabajo investigativo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Soledispa Pazmiño Johanna Valeria

C.I.: 0550183503

Travez Alvarez Kevin Ismael

C.I.: 0550367460



## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA PET MESAL EN LA EMPRESA “FUENTES SAN FELIPE S.A”**, de Soledispa Pazmiño Johanna Valeria y Travez Alvarez Kevin Ismael, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Agosto del 2023

El Tutor

  
\_\_\_\_\_  
Ing. MSc. Ángel Marcelo Tello Condor  
C.I.: 0501518559



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

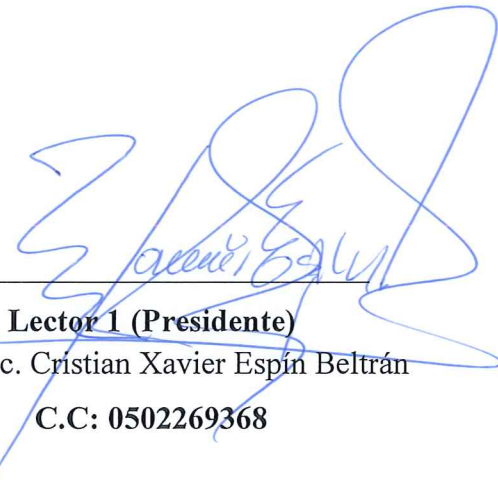
En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS; por cuanto, los postulantes Soledispa Pazmiño Johanna Valeria y Travez Alvarez Kevin Ismael, con el título de Proyecto de titulación: “OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA PET MESAL EN LA EMPRESA “FUENTES SAN FELIPE S.A”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes según la normativa institucional.

Latacunga, Agosto del 2023.

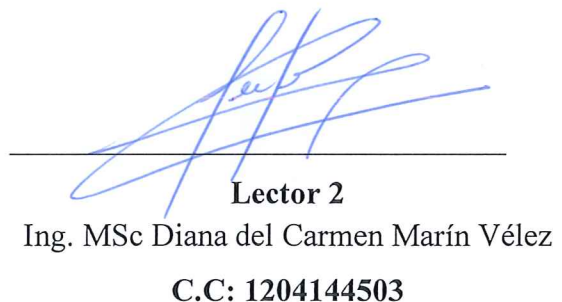
Para constancia firman:

Atentamente,



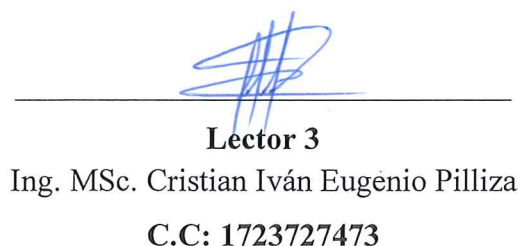
---

**Lector 1 (Presidente)**  
Ing. MSc. Cristian Xavier Espín Beltrán  
C.C: 0502269368



---

**Lector 2**  
Ing. MSc Diana del Carmen Marín Vélez  
C.C: 1204144503



---

**Lector 3**  
Ing. MSc. Cristian Iván Eugenio Pilliza  
C.C: 1723727473

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primero a Dios por darme sabiduría para sobrellevar todo este proceso y culminar con éxito mi carrera universitaria.

A mis padres que con su apoyo incondicional y su esfuerzo han conseguido que todo esto sea posible, por no dejarme sola y estar conmigo en cada instancia, al igual que mis hermanas, mis tías por cada consejo. Esto me llena de orgullo ya que soy la primera en la familia que tendré mi título universitario.

A mi enamorado Saúl por no soltar mi mano mientras caminaba en este proceso, con su amor y comprensión y estar conmigo a pesar sin importar lo complicado que era.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas a la carrera de Ingeniería Industrial, a cada docente por sus enseñanzas y cada conocimiento adquirido.

A todas aquellas personas que contribuyeron en mi formación académica.

Agradezco a la empresa Fuentes San Felipe por permitirme realizar mi proyecto de investigación.

*Valeria Soledispa*

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada con todo mi corazón a:

Mis padres y hermanas con amor y sacrificio han sido mi pilar fundamental para que todo esto sea posible. Son mi mayor inspiración. Gracias por no dejarme caer y me alentaron a seguir adelante en todo mi proceso de formación tanto personal como académica.

A mi familia en general por el apoyo que me brindaron durante mi carrera universitaria.

A mi enamorado Saúl por su amor y apoyarme en cada paso, por su paciencia y estar conmigo siempre sin soltar mi mano. Esta tesis es testimonio de nuestro crecimiento como pareja y las metas que tenemos juntos.

*Valeria Soledispa*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por bendecir mi vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres: Nelson y Norma, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradezco a los docentes de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra vida profesional y a la empresa Fuentes San Felipe por su aporte valioso para nuestra investigación.

**Kevin Travez**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada a:

A mis padres Nelson y Norma, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy una meta más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mi hermano Cristian y mi tía Daliz por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

***Kevin Travez***



## ÍNDICE GENERAL

INFORMACIÓN GENERAL .....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	2
1.1 RESUMEN .....	2
1.2 EL PROBLEMA.....	5
1.2.1 Planteamiento del problema .....	5
1.2.2 Formulación del problema.....	5
1.3 BENEFICIARIOS .....	6
1.4 JUSTIFICACIÓN .....	6
1.5 HIPÓTESIS .....	7
1.6 OBJETIVOS .....	7
1.6.1 General.....	7
1.6.2 Específicos.....	7
1.7 SISTEMA DE TAREAS CON RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS .	8
2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	9
2.1 ANTECEDENTES .....	9
2.2 MARCO REFERENCIAL.....	12
2.2.1 Optimización: .....	12
2.2.2 Estudio de tiempos: .....	12
2.2.3 Ingeniería de Métodos .....	12
2.2.4 Procedimiento básico sistemático para realizar una Medición del Trabajo .....	13
2.2.5 Importancia de la Ingeniería de Métodos en un sistema productivo .....	13
2.2.6 Diagrama de Procesos .....	13
2.2.7 Cursograma de procesos .....	14
2.2.8 Diagrama analítico.....	14
2.2.9 Medición del trabajo .....	15
2.2.10 Técnicas de medición del trabajo .....	16

2.2.11	Sistema de Westinghouse .....	16
2.2.12	Suplementos del estudio de tiempos.....	17
2.2.13	Estudio de tiempos .....	19
2.2.14	Requerimientos.....	19
2.2.15	Objetivos del estudio de tiempos.....	19
2.2.16	Tiempo normal .....	19
2.2.17	Tiempo estándar .....	20
2.2.18	Método SMED.....	20
2.2.19	Etapas del Método SMED: .....	20
2.2.20	Beneficios de la técnica SMED .....	22
2.2.21	Cambio de línea de producción .....	22
2.2.22	Pasos para cambio de línea.....	22
2.2.23	Productividad.....	22
3	DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	23
3.1	METODOLOGÍA .....	23
3.1.1	Tipo de Investigación .....	23
3.1.2	Tipo de Métodos de Investigación.....	23
3.1.3	Técnicas para recopilación y procesamiento de información.....	23
3.1.4	Metodología SMED.....	24
3.1.5	Procedimientos .....	25
3.1.6	Materiales .....	26
3.2	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	28
3.2.1	Directrices Generales de la Empresa .....	28
3.2.2	Layout de la Empresa Fuentes San Felipe S. A.....	29
3.2.3	Análisis de la operación.....	30
3.2.4	Línea Mesal .....	31
3.2.5	Layout de la línea PET Mesal.....	32

3.2.6	Descripción del proceso de producción.....	33
3.2.7	Proceso de producción.....	33
3.2.8	Diagrama de flujo del proceso de producción.....	34
3.2.9	Análisis de producción .....	35
3.2.10	Diagrama de Pareto .....	35
3.2.11	Descripción del producto.....	36
3.2.12	Producción.....	37
3.2.13	Objetivo Especifico 1 .....	37
3.2.14	Objetivo Específico 2 .....	53
3.2.14	Objetivo Específico 3 .....	73
3.2.15	Comprobación de la Hipótesis.....	83
3.3	EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA.....	84
3.3.1	Evaluación técnica.....	84
3.3.2	Evaluación social.....	84
3.3.3.	Evaluación económica.....	84
4.	CONCLUSIONES DEL PROYECTO .....	85
4.1	CONCLUSIONES .....	85
4.2	RECOMENDACIONES.....	85
	BIBLIOGRAFÍA.....	86
	ANEXOS.....	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Símbolos de un diagrama de procesos [10] .....	14
Figura 2.2: Diagrama de análisis de proceso. [12].....	15
Figura 2.3: Sistema de Westinghouse [15].....	16
Figura 2.4: Suplementos de estudio [16].....	18
Figura 3.1: Layout de la empresa. ....	29
Figura 3.2: Layout de la línea PET Mesal.....	32
Figura 3.3: Diagrama de Pareto en relación con las ventas. ....	36
Figura 3.4: Frum Manzana de 300ml.....	36
Figura 3.5: Resultado de la pregunta 1 .....	38
Figura 3.6: Resultado de la pregunta 2 .....	38
Figura 3.7: Resultado de la pregunta 3 .....	39
Figura 3.8: Resultado de la pregunta 4 .....	40
Figura 3.9: Resultado de la pregunta 5 .....	41
Figura 3.10: Resultado de la pregunta 6.....	41
Figura 3.11: Resultado de la pregunta 7 .....	42
Figura 3.12: Resultado de la pregunta 8 .....	43
Figura 3.13: Resultado de la pregunta 9 .....	43
Figura 3.14: Diagrama Ishikawa .....	44
Figura 3.15: Diagrama Analítico del Posicionador.....	47
Tabla 3.19: Datos reemplazados por valores fuera de rango del posicionador.....	57
Tabla 3.28: Datos reemplazados por valores fuera de rango de la empacadora. ....	67
Figura 3.17: Diagrama Analítico del posicionador mejorado .....	80
Figura 3.18: Diagrama Analítico de la Empacadora mejorado .....	82

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Beneficiarios Directos .....	6
Tabla 1.2 : Beneficiarios Indirectos .....	6
Tabla 1.3: Variables de hipótesis.....	7
Tabla 1.4: Sistema de Tareas .....	8
Tabla 3.1: Herramientas de estudio para el desarrollo del proyecto.....	27
Tabla 3.3: Diagrama de Pareto .....	35
Tabla 3.4: Producción del producto en 1 hora.....	37
Tabla 3.5: Pregunta 1 .....	37
Tabla 3.6: Pregunta 2 .....	38
Tabla 3.7: Pregunta 3 .....	39
Tabla 3.8: Pregunta 4 .....	40
Tabla 3.9: Pregunta 5 .....	40
Tabla 3.10: Pregunta 6 .....	41
Tabla 3.11: Pregunta 7 .....	42
Tabla 3.12: Pregunta 8 .....	42
Tabla 3.13: Pregunta 9 .....	43
Tabla 3.14: Actividades y tiempos registrados - Posicionador .....	46
Tabla 3.15: Actividades y tiempos registrados - Empacadora .....	50
Tabla 3.16: Cálculo del tiempo.....	53
Tabla 3.17: Cálculo de número de observaciones.....	54
Tabla 3.18: Datos fuera de rango .....	56
Tabla 3.20: Tiempo promedio por elemento.....	58
Tabla 3.21: Valoración de ritmo de trabajo .....	59
Tabla 3.22: Valor atribuido y tiempo normal .....	60
Tabla 3.23: Suplementos de trabajo.....	61
Tabla 3.24: Tiempo estándar del cambio de línea del Posicionador.....	62

Tabla 3.25: Tiempos observados .....	63
Tabla 3.26: Desviación estándar.....	64
Tabla 3.27: Datos eliminados.....	66
Tabla 3.29: Tiempo promedio por elemento.....	68
Tabla 3.30: Valoración de ritmo de trabajo .....	69
Tabla 3.31: Valor atribuido y tiempo normal .....	70
Tabla 3.32: Suplementos de trabajo.....	71
Tabla 3.33: Tiempo estándar de cambio de línea de la Empacadora.....	72
Tabla 3.34: Aplicación de la metodología SMED – Posicionador .....	73
Tabla 3.35: Actividades internas y externas .....	74
Tabla 3.36: Mejora de actividades .....	75
Tabla 3.37: Mejora de tiempo con SMED .....	76
Tabla 3.38: Aplicación de la metodología SMED – Empacadora .....	76
Tabla 3.39: Actividades internas y externas .....	77
Tabla 3.40: Mejora de actividades .....	78
Tabla 3.41: Mejora de tiempo con SMED .....	78
Tabla 3.42: Actividades eliminadas - Posicionador.....	79
Tabla 3.43: Propuesta de mejora - Posicionador .....	79
Tabla 3.44: Actividades eliminadas - Empacadora.....	81
Tabla 3.45: Propuesta de mejora - Empacadora.....	81
Tabla 3.46: Tiempo reducido .....	83
Tabla 3.47: Productividad .....	83

## **INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título:**

Optimización de la productividad en la línea Pet “Mesal” en la empresa “Fuentes San Felipe S.A”

### **Fecha de inicio:**

Abril 2023

### **Fecha de finalización:**

Agosto de 2023

### **Lugar de ejecución:**

Provincia Cotopaxi, Cantón Latacunga, Barrio San Felipe, Empresa Fuentes San Felipe

### **Facultad que auspicia:**

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

### **Carrera de auspicia:**

Ingeniería Industrial

### **Proyecto de investigación vinculado:**

Optimización de procesos productivos utilizando métodos y técnicas para mejoramiento continuo en el sector productivo.

### **Equipo de Trabajo:**

#### **Tutor:**

- Ing. MSc. Ángel Marcelo Tello Condor

#### **Estudiantes:**

- Soledispa Pazmiño Johanna Valeria
- Travez Alvarez Kevin Ismael

#### **Área de Conocimientos:**

- **Campo Amplio:** (07) Ingeniería, industria y construcción.
- **Campo Específico:** (02) Industria y producción.
- **Campo Detallado:** (05) Producción Industrial, 7 Diseño industrial y de procesos.

#### **Línea de investigación:**

Procesos Industriales

#### **Sublíneas de investigación de la Carrera:**

Calidad, diseño de procesos productivos e Ingeniería de métodos.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 RESUMEN

**TEMA:** OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA PET “MESAL” EN LA EMPRESA “FUENTES SAN FELIPE”

**Autores:**

Soledispa Pazmiño Johanna Valeria

Travez Alvarez Kevin Ismael

### RESUMEN

La empresa de Fuentes San Felipe ubicada en la ciudad de Latacunga, específicamente en el barrio San Felipe, la cual se dedica al embotellamiento y comercialización de agua mineral con gas y sin gas, además de bebidas gaseosas de diferentes sabores. Esta empresa es caracterizada por su ubicación estratégica ya que cuenta con sus propias fuentes de agua mineral, esta a su vez es purificada para el proceso en la producción de la empresa.

La empresa está en constante crecimiento, entonces se ve en la necesidad de solucionar problemas que afectan la productividad, uno de estos es la demora de tiempo en los cambios de formato en las máquinas, esto hace que disminuya la producción y con esto también los ingresos económicos. Por tal razón el presente proyecto de investigación tiene como objetivo optimizar la productividad de la línea PET “MESAL” en la empresa Fuentes San Felipe enfocando el estudio en el cambio de línea para la producción de sus diferentes presentaciones. Para saber el problema principal al momento de cambiar de línea se realizó una encuesta a los operadores de las máquinas. Mediante la observación y razonamiento se recolectó datos directamente en el área de trabajo, es decir en la Línea Mesal, para luego ordenar y analizar los datos. Este proyecto contiene diagramas de procesos, estudio de métodos y la utilización de la herramienta SMED. Cabe recalcar que el proyecto se realizó en dos de las máquinas que más tiempo se demora en hacer la modificación, estas son el Posicionador y la Empacadora. Como resultado del proyecto investigativo el tiempo que se logró reducir en el proceso de cambio de formato para el Posicionador es de 34 minutos y 19 segundos, para la Empacadora es de 9 minutos y 59 segundos. Incrementando así la productividad en un 9%.

**Palabras Claves:** Mejora de tiempo, optimización, SMED, productividad.



**TOPIC:** “OPTIMIZATION OF THE PRODUCTIVITY OF THE PET LINE MESAL IN THE COMPANY “FUENTES SAN FELIPE S.A”

**Authors:**

Soledispa Pazmiño Johanna Valeria

Travez Alvarez Kevin Ismael

**ABSTRACT**

The company Fuentes San Felipe, located in the city of Latacunga, specifically in the San Felipe neighborhood, is dedicated to the bottling and marketing of mineral water with and without gas, as well as gaseous beverages of different flavors. This company is characterized by its strategic location, as it has its own sources of mineral water, which in turn is purified for the processes in the company's production.

The company is in constant growth, so it is seen in the need to solve problems that affect productivity; one of these is the delay in time in the format changes in the machines, which causes production to decline and with this also economic revenues. For this reason, the present research project aims to optimize the productivity of the PET line “MESAL” in the company Fuentes San Felipe by focusing the study on the change of line for the production of its different presentations. A survey of machine operators was conducted to find out the main problem at the time of switching lines. Through observation and reasoning, data was collected directly in the work area, i.e., in the Mesal Line, to then sort and analyze the data. This project contains process diagrams, a method study, and the use of the SMED tool. It should be stressed that the project was carried out on two of the machines that take the most time to modify: the positioner and the Packing Machine. As a result of the research project, the time that was reduced in the format change process for the Positioner is 34 minutes and 19 seconds, and for the packager it is 9 minutes and 59 seconds. Increasing productivity by 9%.

**Keywords:** Time improvement, optimization, SMED, productivity.



## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA PET “MESAL” EN LA EMPRESA “FUENTES SAN FELIPE”** presentado por: **Soledispa Pazmiño Johanna Valeria** y **Trávez Álvarez Kevin Ismael** egresados de la Carrera de Ingeniería Industrial perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, agosto del 2023

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:  
BLANCA GLADYS  
SANCHEZ AVILA



CENTRO  
DE IDIOMAS

**MSc. Blanca Gladys Sánchez A.**

**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**

**CI: 2100275375**

## **1.2 EL PROBLEMA**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

En el ámbito de toda industria, la optimización de la productividad es un factor crucial para el éxito y la competitividad de las empresas. En este contexto, la empresa "Fuentes San Felipe" se especializa en la embotellamiento y comercialización de bebidas carbonatadas a través de su línea de producción denominada "MESAL". Sin embargo, a pesar de sus esfuerzos por mantener altos estándares de rendimiento, persisten desafíos que impactan negativamente en la eficacia de la línea y, por ende, en el logro de sus objetivos organizativos.

Existen procesos en los que las actividades no se encuentran estandarizadas y no cuentan con una mejora en el tiempo de trabajo específicamente en el área de producción. Esta falta de estrategias para mejorar el proceso hace que la empresa no obtenga los resultados deseados. Es por esto por lo que se requiere un estudio, el cuál ayude en la estandarización y optimización de actividades y tiempos, aumentando así la producción y con esto los ingresos de la empresa.

En el presente proyecto se enfocará en la problemática de pérdida de tiempo al momento de realizar el cambio de línea en el área de embotellamiento de envases PET, debido a que la maquinaria se debe regular de acuerdo con las especificaciones de tamaño del envase a ser producido. Esto ocurre con una frecuencia de dos o tres veces a la semana con un tiempo estimado de una hora y media aproximadamente, como consecuencia genera tiempo improductivo a causa de que estas acciones no poseen una estandarización adecuada de tiempos y actividades, provocando así demoras en la productividad.

Esta investigación busca reducir el tiempo de cambio de línea, específicamente se realizará el estudio en las máquinas que sobrepasan el límite de tiempo establecido. Estas máquinas se denominan Posicionador y Empacadora.

La ingeniería de métodos y la herramienta SMED ayudará a cumplir con los objetivos propuestos haciendo beneficiaria a la empresa. Esta última puede tener un impacto significativo en la optimización de la producción y en la reducción de tiempos de inactividad durante los cambios de producción.

### **1.2.2 Formulación del problema**

El cambio en la línea de producción en el área Pet Mesal para diferentes presentaciones de agua embotellada en la empresa Fuentes San Felipe genera demora de tiempo y retraso en la productividad.

### 1.3 BENEFICIARIOS

#### Beneficiarios Directos

En la siguiente tabla 1.1 se muestra los beneficiarios directos de la empresa.

**Tabla 1.1:** Beneficiarios Directos

<b>Beneficiarios Directos</b>	
Los beneficiarios están distribuidos en las áreas de producción, administrativo, apoyo, bodega y distribuidores.	<b>TOTAL:</b> <b>78</b>

#### Beneficiarios Indirectos

Para saber el número de beneficiarios indirectos se tomó en cuenta a los mayores compradores de la empresa. En la tabla 1.2 se muestra el número de beneficiarios indirectos.

**Tabla 1.2 :** Beneficiarios Indirectos

<b>Beneficiarios Indirectos</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Corporación Favorita</li><li>• Novacero</li><li>• Familia S.A</li><li>• Petroamazonas</li><li>• Sana Sana</li><li>• Supermercados Santa María</li></ul>	<b>TOTAL:</b> <b>6</b>

### 1.4 JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto tiene como finalidad resolver el problema de demoras de tiempo en la productividad, específicamente al realizar cambios de línea para la producción de sus diferentes presentaciones, ya que este problema influye en la producción, provocando tiempos improductivos y pérdidas económicas. Por tal razón, la empresa Fuentes San Felipe se ve en la obligación de contar con una optimización en la línea PET MESAL.

El análisis del proceso industrial y de tiempos ayudará a mejorar y optimizar la capacidad de producción de la empresa, sin desmejorar la calidad del producto. Hay que tener en cuenta los beneficiarios de este proyecto, para la importancia en su aplicación entre estos beneficiarios contamos como directos al Gerente General de la empresa y a sus colaboradores, el cual ayudará a aumentar la productividad y con ello sus ingresos, dentro de los indirectos se encuentran los clientes y proveedores debido a que cuando hay más productividad se necesita materia prima.

El área al contar con un proceso estandarizado logrará minimizar cuellos de botella y los tiempos improductivos por hombre-máquina, al contar con una fabricación equilibrada permitirá el aumento de trabajos realizados en un ciclo productivo.

La metodología ayudará a resolver el problema dentro de la planta de producción específicamente en los cambios de líneas es el cambio de matriz en menos de 10 minutos (SMED). Esta herramienta es la apropiada para la reducción de tiempos en actividades realizadas por los operadores en las máquinas para cambio de formatos.

La implementación del método SMED en este contexto proporciona una solución estratégica para abordar los desafíos específicos que enfrenta la empresa y lograr mejoras significativas, calidad y rentabilidad.

## 1.5 HIPÓTESIS

¿La aplicación de la herramienta SMED permitirá aumentar la productividad en la línea Pet Mesal en la empresa Fuentes San Felipe S.A?

En la tabla 1.3 se muestra las variables dependiente e independiente de la hipótesis.

**Tabla 1.3:** Variables de hipótesis

Variable Dependiente	Variable Independiente
Optimización de la productividad	Herramienta SMED

## 1.6 OBJETIVOS

### 1.6.1 General

Realizar una propuesta de optimización del proceso productivo de la línea Pet Mesal mediante un estudio de tiempos para mejorar la productividad en la empresa Fuentes San Felipe S.A.

### 1.6.2 Específicos

- Analizar las actividades y tiempos mediante diagramas de procesos y tablas de Excel para la identificación de inconvenientes al momento de cambiar la línea de producción.
- Realizar un estudio de tiempos por medio de la aplicación de ingeniería de métodos para la determinación del estado actual en el cambio de línea.
- Aplicar la metodología SMED para la mejora de actividades y tiempos en los cambios de formatos en la línea Pet Mesal.

## 1.7 SISTEMA DE TAREAS CON RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

En la tabla 1.4 se muestra el sistema de actividades a ejecutar para cumplir con los objetivos planteados.

**Tabla 1.4:** Sistema de Tareas

Objetivos Específicos	Actividades (tareas)	Resultados de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Analizar las actividades y tiempos mediante diagramas de procesos y tablas de Excel para la identificación de inconvenientes al momento de cambiar la línea de producción.	Visita insitu en la empresa Fuentes San Felipe.	Conocimiento del proceso productivo.	Visita Insitu Observación Encuesta Diagrama analítico de procesos Tablas de Excel
	Aplicación de encuesta a los operadores.	Conocer inconvenientes en el cambio de línea.	
	Identificación de las actividades y tiempos del proceso de cambio de línea.	Identificación de actividades.	
Realizar un estudio de tiempos por medio de la aplicación de ingeniería de métodos para la determinación del estado actual en el cambio de línea.	Toma de tiempos observados en el cambio de línea.	Determinación de tiempos	Observación directa Cronómetro Método de regreso a cero. Ingeniería de Métodos. Microsoft Excel
	Análisis y procesamiento de datos obtenidos	Tiempo estándar del estado actual.	
Aplicar la metodología SMED para la mejora de actividades y tiempos en los cambios de formatos en la línea Pet MESAL.	Aplicación del procedimiento de la metodología SMED.	Optimización de actividades y tiempos.	Microsoft Excel Microsoft Word Método SMED
	Preparación de la propuesta de mejora.		

## 2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1 ANTECEDENTES

A continuación, se presentan varios trabajos de investigación, mismos que permiten justificar la realización del presente proyecto.

Jacome Deny y Robles Henry (2021) han desarrollado una tesis titulada “Estudio de proceso de optimización de recursos en el área de llenado de envases PET de la empresa Fuentes San Felipe” en la Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador. El objetivo general de este trabajo es realizar un estudio sobre los procesos de optimización de recursos en el proceso de llenado de envases PET en Fuentes “San Felipe”. En cuanto a la metodología, se realizaron diagnósticos para conocer y analizar el desempeño de los operadores de máquinas en la línea de producción de Mesal. A continuación, se elaboró un flujo de procesos, una hoja de ruta y diagramas de actividades. Además, se realizan varias mediciones del tiempo de cada tarea, el promedio y la mayor confiabilidad de los resultados, que luego se registran en la matriz de estudio de tiempos, donde la información es procesada y analizada de inmediato. Tener resultados. El proyecto de mejora tuvo un impacto positivo en la reducción de desperdicios al mejorar el costo de concepto. Además, las mejoras propuestas podrían aumentar la capacidad de producción efectiva, incrementando la utilización, eficiencia y productividad de la línea de producción de Mesal. [1]

Acuña Katerin y Guarniz Alexis (2020) en su trabajo de titulación con el tema: **Estudio de Tiempos y Movimientos para aumentar la Productividad en el Área de Producción de la Distribuidora Vania S.R.L** de la Universidad César Vallejo, de Trujillo - Perú. Como objetivo general se presenta la aplicación de una Técnica de medición del trabajo siendo este el Estudio de Tiempos y Movimientos para aumentar la productividad, con la finalidad de reducir el tiempo elevado que existen en las actividades para la entrega de pedidos. El Tipo de Investigación fue Aplicada y el Diseño de Investigación fue Experimental centrado en su condición Preexperimental en donde se tomó como muestra a los 13 operarios del Área de Producción, para su posterior análisis y contrastación de la Hipótesis planteada. La presente investigación comprendió el diagnóstico actual, el desarrollo, la aplicación y evaluación del estudio, basada en el registro de los tiempos obtenidos a través de la observación en campo de cada una de las líneas de producción (panes, pasteles y kekes) datos obtenidos a través de una entrevista y encuesta, evaluación de indicadores, registro de las cantidades producidas en cada línea de producción, diagramas, muestreo del tiempo de los operarios (% labor y % de ocio),

balanceo de líneas, simulación en software ProModel. Los resultados de la presente investigación indica que se logró mejorar la Productividad en el Área de Producción de cada una de sus líneas con el Estudio de Tiempos y Movimientos, disminuyendo sus tiempos de operaciones en un 21.9% e incrementando su capacidad de producción en un 13.9% en promedio en sus líneas y por ende sus indicadores tales como Eficiencia, Eficacia, Utilización aumentaron después de la aplicación. Se concluyó que la Aplicación del Estudio de Tiempos y Movimientos aumenta la productividad en el Área de producción de la Distribuidora Vania S.R.L. [2]

Huaman Sonia y Mamani Cristian (2022) en su trabajo de titulación con el tema: **Incremento de la Productividad en el Área de Envasado de la Empresa Nelta S.A.C a partir de la Ingeniería de Métodos** de la Universidad César Vallejo, de Lima – Perú. Presenta el objetivo definir cómo la ingeniería de métodos puede intervenir en la productividad y ayudar a mejorar el área de envasado de la empresa de jabones líquidos NELTA SAC, ATE 2022. Se decidió estudiar el aviso porque se requiere más producción ya que había demanda por lo cual se vio necesario analizar el área del envasado, de esta forma como informes y teoría de vínculos se realizaron diagramas de Ishikawa y Pareto para que pueda se observan problemas que perjudican la producción y, por tanto, su productividad disminuye, a medida que se mejoran los métodos, se eliminan las deficiencias en el campo del empaque, se identifican y formulan los problemas, metas y supuestos correspondientes. El tipo de estudio fue de aplicación cuantitativa y el diseño fue un preexperimental. Se correlacionaron las variables de operacionalización, población y muestra 30 días antes y 30 días después del llenado de los datos del contenedor, para lo cual se realizaron diferentes gráficas, a saber, diagrama analítico, hombre máquina, Ishikawa, Pareto, DOP, GANTT y balanceo de línea. Se finaliza con el resultado obtenido del entorno real lo cual fue, el plazo estándar con anterioridad fue de 191,3 segundos con una eficacia de 78,46% y luego con la implementación de la ingeniería de métodos para la productividad en el área de envasado y producción se consiguió un plazo luego 137,8 segundos con una eficacia de 91,54%. Así mismo, la eficiencia con anterioridad de implementar fue 66,18% y ahora es 91,65% viéndose con buenas mejoras la productividad que, con anterioridad de implementar el método, tenía 51,92% el cual fue inferior al resultado obtenido de la productividad luego de la implementación de la ingeniería de métodos, que fue de 83,90% inferior a los resultados obtenidos de la productividad después de implementar la ingeniería de métodos. Con los resultados concluimos que la ingeniería de métodos para aumentar la



productividad en el área de envasado mejoró para incrementar la productividad en un 31,98%. [3]

Pesillo Angie (2021) en su trabajo de investigación con el tema: **PROPUESTA DE ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE MÉTODOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA “CASA MUEBLES RIVERA” UBICADA EN EL VALLE DEL CAUCA** de la Universidad Antonio Nariño, de Cali - Colombia. En la empresa manufacturera de colchones Casa Muebles Rivera SAS se elaboró un análisis de la actual situación de la planta, por medio de metodologías y herramientas para la recolección y análisis de datos tales como Diagramas de recorrido y diagramas de flujo, con el objetivo de obtener información y documentar cada área del proceso de producción de colchones. Esta investigación tiene como fin construir una propuesta de tiempos y movimientos y con ello contribuir a la mejora de la producción. Para el planteamiento de la propuesta se evaluaron aspectos como distancias recorridas y tiempos requeridos en las actividades de cada estación de trabajo de las áreas de producción de colchones y de esta manera optimizar el cumplimiento de las ordenes de producción, y la mejora del bienestar de los operarios, ya que se disminuyen las distancias recorridas que influyen en el desgaste físico. [4]

Pradenas Manuel (2022) en su trabajo de investigación con el tema: **OPTIMIZACIÓN DE TAREAS EN UN CAMBIO DE FORMATO PARA LÍNEAS PRODUCTIVAS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA SMED Y METODOLOGÍAS DE GESTIÓN** de la Universidad de Concepción, de Concepción – Chile. Presenta como objetivo la implementación de la metodología SMED en la máquina Fondera 2379 correspondiente a la quinta línea de producción de la empresa CMPC Sack Kraft Chile. La duración de los cambios de formato ocurridos en el área de producción son sumamente largos, esto se debe a que no existe una estandarización sobre cómo realizar estos cambios, lo cual repercute en tener tiempos improductivos muy elevados. Estos tiempos improductivos generan que la producción mensual no sea la óptima y vuelve a la empresa menos competitiva en su rubro, por ende, es un problema grave que la empresa necesita solucionar. Para solucionar el problema anterior se implementó la metodología SMED (Single minute Exchange of Die), la cual es una metodología utilizada para reducir los tiempos que duran los cambios de formato. Para realizar su implementación se realizó un análisis de los tiempos de cambios de formato, en base a esto se elige la máquina en que se implementará, luego se analizó

los tiempos promedios que demora un cambio de formato en la máquina. Una vez realizado esto es importante filmar un cambio de formato que se utilizará como piloto para la implementación, ya habiendo realizado lo anterior es importante listar las tareas dentro del cambio de formato, la duración que tuvo cada una de ellas y registrar a las personas que las realizaron. Luego, es necesario identificar que actividades se pueden eliminar, externalizar u optimizar para así, disminuir los tiempos lo más posible. Finalmente, se procedió a estandarizar el cambio de formato según el trabajo realizado.

La implementación realizada es beneficiosa para la empresa, pues asegura una disminución significativa en los tiempos de cambios de formato y reduce la variabilidad del tiempo de estos, lo cual asegura una estandarización de tiempos y permite poder planificar la producción de forma más eficiente. [5]

## **2.2 MARCO REFERENCIAL**

### **2.2.1 Optimización:**

#### **2.2.1.1 Definición**

La optimización de la producción es la acción de predecir, optimizar y planificar la calidad productiva, para obtener mejores resultados, mejor eficacia o mayor eficiencia de una empresa que desea llegar a este objetivo. [6]

Los principales fundamentos de la optimización de procesos son:

- La reducción de costos.
- Mejoramiento del rendimiento y la eficacia.

Al incorporar técnicas y tecnologías de optimización, mejora la gestión del personal y sobre todo la toma de decisiones industriales.

### **2.2.2 Estudio de tiempos:**

#### **2.2.2.1 Definición**

El estudio de tiempos, también conocido como el método clásico con cronómetro, fue propuesto por Frederick Taylor en 1881. Aunque se han desarrollado otras metodologías para medir el trabajo, el método clásico con cronómetro sigue siendo el más utilizado. Este estudio consiste en medir el tiempo que un trabajador dedica a realizar una tarea determinada, con el objetivo de establecer un tiempo estándar. [7]

### **2.2.3 Ingeniería de Métodos**

El estudio de tiempos generalmente acompaña al de métodos, no porque una mejora en los procedimientos sea imposible de hacer, si no se complementa con un estudio de tiempos.

Entre las razones que justifican la complementación de un estudio de métodos con uno de

tiempos se encuentran las siguientes:

- Las reformas deben ser aprobadas por los jefes del proponente, quienes comparan las ventajas derivadas del cambio con el costo que esto conlleva.
- Si el método de trabajo, en una o varias actividades, cambia, es necesario que la nueva duración quede registrada dentro de los estándares; de otra manera, la utilización que se hiciera del antiguo estándar no correspondería a la realidad.
- Hay una relación estrecha entre métodos de trabajo, tiempo unitario de producción e incentivo. En empresas que tienen sistemas de incentivos, hay que asegurar que tan pronto se efectúe un cambio notable en el método de trabajo se haga un ajuste en el estándar y simultáneamente en la tarifa de pago del incentivo. [8]

#### **2.2.4 Procedimiento básico sistemático para realizar una Medición del Trabajo**

Las etapas necesarias para efectuar sistemáticamente la medición del trabajo son:

- **Seleccionar:** El trabajo que va a ser objeto de estudio.
- **Registrar:** Todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo, a los métodos y a los elementos de actividad que suponen.
- **Examinar:** Los datos registrados y el detalle de los elementos con sentido crítico para verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces, y separar los elementos improductivos o extraños de los productivos.
- **Medir:** La cantidad de trabajo de cada elemento, expresándola en tiempo, mediante la técnica más apropiada de medición del trabajo.
- **Compilar:** El tiempo estándar de la operación previendo, en caso de estudio de tiempos con cronómetro, suplementos para breves descansos, necesidades personales, etc.
- **Definir:** Con precisión la serie de actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado y notificar que ese será el tiempo estándar para las actividades y métodos especificados. [9]

#### **2.2.5 Importancia de la Ingeniería de Métodos en un sistema productivo**

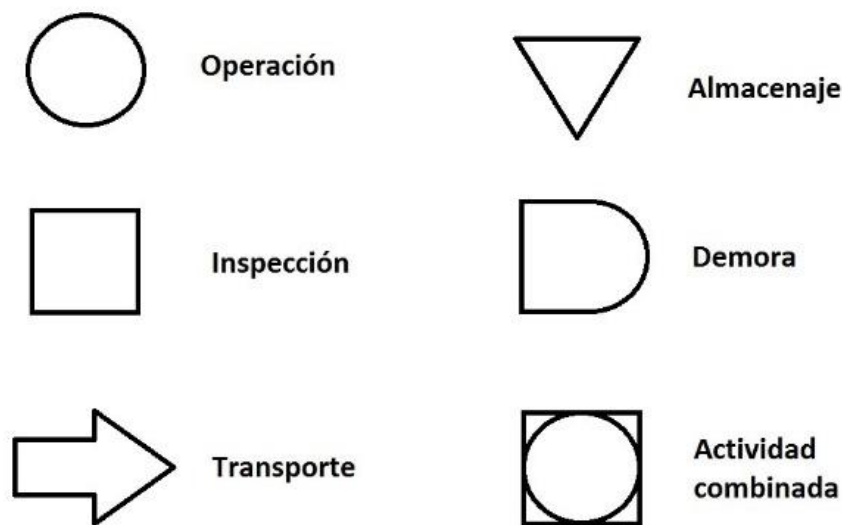
Si el departamento de producción es el corazón de la empresa industrial, entonces la operación metódica, el estudio de tiempos y los salarios son el corazón del grupo de producción. Aquí, más que en cualquier otro lugar, puede determinar la producción de productos competitivos. También es la iniciativa y el ingenio para desarrollar herramientas efectivas, relaciones hombre-máquina y estaciones de trabajo para nuevos trabajos antes de que comience la producción, asegurando así que los productos superen la prueba de la feroz competencia. [10]

#### **2.2.6 Diagrama de Procesos**

En los diagramas de procesos las actividades se agrupan en cinco categorías.

- **Operación:** Modificación o alteración de las características de un objeto.
- **Inspección:** Verificación de características de un objeto para determinar su calidad.
- **Transporte:** Traslado de un objeto o un grupo de ellos de un lugar a otro, sin considerar los movimientos que corresponden a una operación o inspección.
- **Almacenamiento:** Un objeto que se desea proteger de alguna modificación o algún movimiento.
- **Demora:** Cuando en el flujo del proceso se identifica un objeto que se retardan para pasar a la actividad siguiente.
- **Combinada:** Indica una actividad combinada de operación / Inspección de manera conjunta, cuando los realiza un solo operador. [10]

En la figura 2.1 se muestra los símbolos a utilizar para realizar un diagrama de proceso.



**Figura 2.1:** Símbolos de un diagrama de procesos [10]

### 2.2.7 Cursograma de procesos

Es una representación gráfica, con la que logramos de forma sistemática y secuencial, documentar las actividades que realiza una o más personas al trabajar en manufactura o con clientes. [11]

### 2.2.8 Diagrama analítico

El diagrama del análisis del proceso del recorrido (flow process-chart) es una representación gráfica de todas las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes que tienen

lugar durante el proceso o procedimiento, incluyendo información de interés para el análisis, tal como la relativa al tiempo requerido y a la distancia recorrida.

Las fases que se siguen para construir este diagrama son las siguientes:

- Determinar el producto a seguir y la unidad de este a que se refiere el diagrama.
- Apuntar todas las fases del proceso, anotando una breve definición de cada una.
- Unir con trazos los símbolos de fases consecutivas.
- Medir las distancias recorridas en los transportes.
- Medir la duración de cada actividad. [12]

En la figura 2.2 se muestra un ejemplo del diagrama de análisis de procesos.

FLOW PROCESS CHART		Equipment type							
Opn. no	Operation: Gas welding								
	Element	Qty. tonnes	Dist. m	Time m	Symbol				Remarks
					○	→	□	▽	
1	Move to A		20	5.00					
2	Gas weld			6.00					
3	Inspect			1.00					
4	Move to B		3	1.50					
5	Gas weld			10.00					Improve
6	Inspect			1.00					
7	Move to C		3	1.00					
8	Wait			5.00					Eliminate
9	Gas weld			12.00					Improve
10	Inspect			2.00					Improve
11	Move to D		6	1.00					
12	Gas weld			8.00					Improve
13	Inspect			2.00					Improve
14	Move to stores		20	5.00					
	Total				4	5	1	4	

Figura 2.2: Diagrama de análisis de proceso. [12]

### 2.2.9 Medición del trabajo

La medición del trabajo se puede definir como la implementación de una serie de técnicas que están diseñadas para conocer el contenido del trabajo que se está realizando, de una tarea o actividad en particular, determinando la cantidad de tiempo que se requiere para que un

trabajador calificado realice la tarea a un nivel de rendimiento predeterminado. [13]

### 2.2.10 Técnicas de medición del trabajo

**Monitoreo del tiempo:** Se refiere a la determinación del tiempo necesario para realizar una unidad de trabajo. En este método se requiere observar y registrar el tiempo que se requiere para llevar a cabo cada unidad de una operación, con el fin de determinar el tiempo real en el que se puede realizar el trabajo.

**Estimación analítica:** Este método de medición del tiempo se utiliza para determinar los valores de tiempo para las tareas que son largas y no de naturaleza repetitiva.

**Sistemas de tiempo de movimiento predeterminado (PMTS):** En el método PMTS, los tiempos básicos se establecen para movimientos humanos básicos. Estos valores de tiempo se utilizan para calcular el tiempo que requiere el trabajo para ser realizado, con un estándar fijo.

**Método de muestreo de trabajo o porcentaje de retraso:** Un método de medición del trabajo en la que la labor de varios empleados es hacer un muestreo al azar, en intervalos periódicos, para determinar la proporción del total de operaciones de una actividad específica.

Las técnicas de medición del trabajo ayudan a preparar horarios de trabajo realistas mediante la evaluación adecuada del trabajo humano. También a comparar el tiempo real empleado por el trabajador con el tiempo permitido o establecido para controlar a los trabajadores y evitar tiempos muertos o inactivos. [14]

### 2.2.11 Sistema de Westinghouse

El método de apreciación Westinghouse, es uno de los estudios más confiables y completos que son utilizados por la mayoría de los analistas encargados de estudios de tiempos. En este método se utilizan cuatro factores para calificar al operario, a los cuales se le ha asignado un valor numérico a cada factor. [15]

En la figura 2.3 se muestra la tabla del sistema de Westinghouse.

HABILIDAD		ESFUERZO		CONDICIONES		CONSISTENCIA	
+0.15	A1	+0.13	A1	+0.06	A - Ideales	+0.04	A - Perfecto
+0.13	A2 - Habilísimo	+0.12	A2 - Excesivo	+0.04	B - Excelentes	+0.03	B - Excelente
+0.11	B1	+0.10	B1	+0.02	C - Buenas	+0.01	C - Buena
+0.08	B2 - Excelente	+0.08	B2 - Excelente	0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio
+0.06	C1	+0.05	C1	-0.03	E - Regulares	-0.02	E - Regular
+0.03	C2 - Bueno	+0.02	C2 - Bueno	-0.07	F - Malas	-0.04	F - Deficiente
0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio				
-0.05	E1	-0.04	E1				
-0.10	E2 - Regular	-0.08	E2 - Regular				
-0.15	F1	-0.12	F1				
-0.22	F2 - Deficiente	-0.17	F2 - Deficiente				

**Figura 2.3:** Sistema de Westinghouse [15]

- **Habilidad:** Tomada en cuenta como beneficio propio a la calidad del trabajador, es decir, la destreza que tenga una persona en su medio de trabajo para desenvolverse en un trabajo determinado, sin importar la utilización de las manos o la mente. Es la maña en seguir un trabajo basado en un método. Para este sistema de calificación existen seis grados de habilidad asignables a los operarios y que representan una evaluación aceptable: Súper hábil, Excelente, Buena, Media, Aceptable y Pobre. [15]
- **Esfuerzo:** Se delimita como una exposición de la voluntad para trabajar de una forma eficiente, es decir, el esfuerzo que el trabajador invierte para salir adelante en cualquier tipo de trabajo o acción. Se han determinado seis grados de esfuerzo, a saber: Excesivo, Excelente, Medio, Aceptable y Pobre. [15]
- **Condiciones:** Denominadas así aquellas que interfieren de forma directa con el trabajador y no con la actividad. Encontrando elementos que modifican las formas de trabajo, como la luz, la temperatura, el ruido y la ventilación. Las herramientas y materiales obsoletos que interfieran la actividad no se toman en cuenta para la calificación de la operación. Teniendo seis clases generales de condiciones; Ideales, Excelentes, Buenas, Medias, Aceptables y Pobres. [15]
- **Consistencia:** Denominada como la representación repetida de una actividad del operario en un trabajo determinado, es decir, los valores tomados de tiempo que se redundan de forma constante indica una estabilidad más o menos exacta. La consistencia puede ser: Perfecta, Excelente, Buena, Media, Aceptable y Pobre. [15]

### 2.2.12 Suplementos del estudio de tiempos

Al igual que en la etapa de valoración del ritmo de trabajo, la fase correspondiente a la determinación de suplementos es sumamente sensible en el estudio de tiempos, pues en esta etapa se requiere del más alto grado de objetividad por parte del especialista y una evidente claridad en su sentido de justicia. [16]

Los suplementos se evalúan por medio de la observación diaria a los trabajadores y la forma que tienen para vincularse con su entorno dando calidez a la forma de realizar su trabajo. Esto ayuda a aumentar el rendimiento de cada trabajador en sus actividades encomendadas. [16]

En la figura 2.4 se muestra la tabla para la valoración de suplementos.


			SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO		
SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER
Necesidades personales	5	7	e) Condiciones atmosféricas		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de KATA (milicalorías/cm2/segundo)		
SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER	16		0
a) Trabajo de pie			14		0
Trabajo se realiza sentado(a)	0	0	12		0
Trabajo se realiza de pie	2	4	10		3
b) Postura normal			8		10
Ligeramente incómoda	0	1	6		21
Incómoda (inclinación del cuerpo)	2	3	5		31
Muy incómoda (Cuerpo estirado)	7	7	4		45
			3		64
c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)			2		100
Peso levantado por kilogramo			f) Tensión visual		
2,5	0	1	Trabajos de cierta precisión	0	0
5	1	2	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
7,5	2	3	Trabajos de gran precisión	5	5
10	3	4	g) Ruido		
12,5	4	6	Sonido continuo	0	0
15	5	8	Sonidos intermitentes y fuertes	2	2
17,5	7	10	Sonidos intermitentes y muy fuertes	5	5
20	9	13	Sonidos estridentes	7	7
22,5	11	16	h) Tensión mental		
25	13	20 (máx)	Proceso algo complejo	1	1
30	17		Proceso complejo o de atención dividida	4	4
33,5	22		Proceso muy complejo	8	8
d) Iluminación			i) Monotonía mental		
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo monótono	0	0
Bastante por debajo	2	2	Trabajo bastante monótono	1	1
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo muy monótono	4	4
			j) Monotonía física		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	2
			Trabajo muy aburrido	5	5

Figura 2.4: Suplementos de estudio [16]



### **2.2.13 Estudio de tiempos**

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos de trabajo y actividades correspondientes a las operaciones de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, con el fin de analizar los datos y poder calcular el tiempo requerido para efectuar la tarea según un método de ejecución establecido. Su finalidad consiste en establecer medidas o normas de rendimiento para la ejecución de una tarea. [17]

### **2.2.14 Requerimientos**

Antes de emprender el estudio hay que considerar, básicamente, lo siguiente:

- Para obtener un estándar es necesario que el operario domine a la perfección la técnica de la labor que se va a estudiar.
- El método para estudiar debe haberse estandarizado
- El empleado debe saber que está siendo evaluado, así como su supervisor y los representantes del sindicato
- El analista debe estar capacitado y debe contar con todas las herramientas necesarias para realizar la evaluación
- El equipamiento del analista debe comprender al menos un cronómetro, una planilla o formato preimpreso y una calculadora. Elementos complementarios que permiten un mejor análisis son la filmadora, la grabadora y en lo posible un cronómetro electrónico y una computadora personal.

La actitud del trabajador y del analista debe ser tranquila y el segundo no deberá ejercer presiones sobre el primero. [17]

### **2.2.15 Objetivos del estudio de tiempos**

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Conservar los recursos y minimizar los costos.
- Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía.
- Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad. [17]

### **2.2.16 Tiempo normal**

Es el tiempo que tarda un operario conocedor del trabajo en desarrollar la actividad que está siendo objeto de estudio, a un ritmo normal y sin interrupciones.

El tiempo normal es el tiempo que se requiere para efectuar una operación sin demoras ni pérdidas de tiempo, Los operarios no pueden mantener la velocidad de su trabajo a diario por las interrupciones que surgen a través del día como son las interrupciones personales (viajes al sanitario o el tomar agua), la fatiga que afecta a cualquier operador y los retrasos inevitables que surgen cuando se descompone una herramienta o variación en los materiales, por eso es necesario asignar un tiempo adicional, para ello se usan los suplementos los cuales se ajustaran según el criterio del analista de tiempos. [18]

En la ecuación 2.1 se muestra cómo se calcula el tiempo normal:

$$\text{Tiempo normal} = \text{tiempo observado} \cdot \text{factor de valoración} \quad (2.1)$$

### **2.2.17 Tiempo estándar**

Es el modelo que calcula el tiempo necesario para culminar una unidad de trabajo, usando un método y unidad denominada estándar, por un operador que se caracteriza con la destreza requerida, desplegando una rapidez normal que es capaz de conservar día tras día, encerrando síntomas de fatiga. [19]

### **2.2.18 Método SMED**

Es una técnica, como decimos, que trata de optimizar las operaciones en los set-up. Se pretende simplificar los procesos y, sobre todo, convertir el mayor número de tareas en “externas”.

- Ajustes / tiempos internos: En esta operación se realiza en la a máquina de parada.
- Ajustes / tiempos externos: En la acción se encarga en la parte de la máquina de marcha o la duración de producción.

### **2.2.19 Etapas del Método SMED:**

#### **Fundamentos de la metodología SMED**

SMED, que significa "Single-Minute Exchange of Die" (Cambio de Herramienta en un Solo Minuto), es una metodología de mejora continua desarrollada por Shigeo Shingo en la década de 1950. Su objetivo principal es reducir al mínimo el tiempo necesario para realizar cambios de herramientas en un proceso de fabricación. Aunque SMED se originó en la industria manufacturera, sus principios también se han aplicado en otros sectores, como el servicio y la administración, para reducir los tiempos de configuración y mejorar la eficiencia operativa en general.

Los fundamentos científicos y técnicos de la metodología SMED se basan en varios conceptos clave:

- **Identificación y análisis de pasos:** El proceso SMED comienza con la identificación y el análisis exhaustivo de todos los pasos involucrados en el cambio de herramientas. Esto ayuda a comprender dónde se están perdiendo la mayoría de los tiempos y a identificar oportunidades para la mejora.
- **Separación de operaciones internas y externas:** Shingo propuso dividir las actividades de cambio de herramientas en dos categorías: operaciones internas y operaciones externas. Las operaciones internas son aquellas que solo pueden realizarse cuando la máquina está detenida, mientras que las operaciones externas se pueden realizar mientras la máquina aún está en funcionamiento. La idea es trasladar tantas operaciones como sea posible de internas a externas para minimizar el tiempo de inactividad.
- **Estandarización:** SMED se basa en la idea de establecer procedimientos estándar para las actividades de cambio de herramientas. Esto incluye la estandarización de herramientas, procedimientos de limpieza y ajustes, y otros aspectos del proceso. La estandarización ayuda a reducir la variabilidad y a agilizar las operaciones.
- **Eliminación de pasos innecesarios:** Durante el análisis, se busca eliminar cualquier paso que no sea esencial para el cambio de herramientas. Esto puede incluir la eliminación de ajustes redundantes o pasos de limpieza excesivos. Al reducir la complejidad del proceso, se puede acelerar el cambio de herramientas.
- **Paralelización de actividades:** En lugar de realizar las operaciones secuencialmente, SMED busca identificar oportunidades para llevar a cabo ciertas actividades en paralelo. Esto puede reducir significativamente el tiempo total necesario para el cambio de herramientas.
- **Enfoque en la reducción del tiempo:** La principal premisa de SMED es reducir el tiempo de cambio de herramientas a minutos o incluso segundos. Esto se basa en la filosofía de buscar mejoras incrementales y eliminar el tiempo de inactividad innecesario.

En resumen, la metodología SMED se basa en la observación, el análisis y la implementación de mejoras específicas para reducir el tiempo de cambio de herramientas. Al optimizar este proceso, las organizaciones pueden lograr una mayor eficiencia, flexibilidad y capacidad de respuesta en sus operaciones, lo que a su vez puede conducir a una mejora en la productividad y la rentabilidad.

### **El método SMED se realiza en cuatro etapas.**

1. Etapa 1: Debemos encontrar las diferencias en las preparaciones de la máquina en forma interna (todo lo que se realiza mientras la máquina está detenida) y externa (todo lo que se realiza mientras la maquina está en funcionamiento).
2. Etapa 2: Es la división de la preparación en la parte interna y externa.
3. Etapa 3: Es la forma de cambiar de internar a externa.
4. Etapa 4: Se trata de la mejora en la apariencia de la preparación.

### **2.2.20 Beneficios de la técnica SMED**

El objetivo de esta técnica es reducir los tiempos, por lo tanto, a la misma vez es su ventaja más significativa. Pero esto supone un ahorro de costos del set-up así como aumentar la flexibilidad. Permite modificar el tamaño de los lotes para trabajar con unos más pequeños. Igualmente con los inventarios, reduciendo el stock y pudiendo liberar parte del capital inmovilizado.

### **2.2.21 Cambio de línea de producción**

Se le llama cambio de línea al conjunto de operaciones que se llevan a cabo para reemplazar piezas o elementos que contienen las maquinas con el objetivo de adaptarlas a las dimensiones del nuevo producto a fabricar.

### **2.2.22 Pasos para cambio de línea**

**Limpieza:** Este proceso se lo realiza para que el producto anterior no influya en el nuevo a producir.

**Cambio:** En esta etapa se prepara la maquinaria, cambiando piezas o elementos para producir el nuevo producto.

**Reinicio:** En esta actividad se configura la maquina electrónicamente para iniciar la producción.

### **2.2.23 Productividad**

La productividad se refiere a la eficiencia con la que se utilizan los recursos para producir bienes o servicios. Implica maximizar la producción con la menor cantidad de recursos posibles, como tiempo, dinero y esfuerzo.

En la ecuación 2.2 se muestra cómo se calcula la productividad:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción mejorada} - \text{Produccion actual}}{\text{Producción actual}} \cdot 100\% \quad (2.2)$$

## **3 DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

### **3.1 METODOLOGÍA**

#### **3.1.1 Tipo de Investigación**

El tipo de investigación utilizada en el proyecto fue la descriptiva y de campo, puesto que se aplicaron procedimientos, técnicas y métodos que permitieron recopilar información de mejor manera en la Línea Mesal.

**Investigación Descriptiva:** Mediante encuestas se permitió conocer los problemas que se tiene al momento de cambiar de línea en cada una de las maquinas, además se recolecto datos sobre las actividades que realizan en el proceso.

**Investigación de Campo:** La investigación se realizó directamente en el área de trabajo de la empresa “Fuentes San Felipe”, tomando datos reales mediante la observación y preguntas a los operadores.

#### **3.1.2 Tipo de Métodos de Investigación**

##### **Método Inductivo**

Al utilizar el método inductivo se analizará visualmente las diversas actividades que se llevan a cabo en el cambio de lote en la Línea Mesal, para posteriormente realizar un análisis de cada tarea ejecutada en el proceso. Se utiliza este método ya que permite estudiar casos particulares para llegar a una conclusión general mediante el razonamiento lógico.

#### **3.1.3 Técnicas para recopilación y procesamiento de información**

##### **Observación**

La observación desempeña un papel fundamental en la investigación, ya que permite recolectar datos y obtener información directa sobre los fenómenos que se están estudiando. Además, ayuda a conocer la conducta de los operarios en cada tarea realizada.

##### **Toma de tiempos**

La toma de tiempos permite medir y analizar la duración de diferentes etapas o actividades dentro de un proceso. Esto proporciona información sobre la eficiencia y la productividad, identificando posibles cuellos de botella, retrasos o áreas de mejora.

##### **Encuesta**

Se aplica una encuesta con el propósito de obtener datos necesarios sobre las problemáticas comunes que se pueda generar en el desarrollo de la jornada al momento de cambiar de línea.

### 3.1.4 Metodología SMED

La herramienta SMED cuenta con más de 50 años de historia en las industrias y actualmente sigue en funcionamiento en diversas empresas de todo el mundo gracias a sus buenos resultados. En esta investigación esta herramienta será de gran utilidad para lograr reducir el tiempo de cambio de línea en las máquinas de la empresa Fuentes San Felipe S.A. Cabe recalcar que este es el primer trabajo investigativo con respecto a los cambios de línea en la empresa.

Según Pradenas Manuel (2022), en su trabajo de titulación presenta la utilización de la herramienta SMED para reducir el tiempo de demora en cambios de formatos o línea en la producción. Obteniendo como resultado una reducción de un 40% el tiempo de cambio de formato. Con esto ayudó a la empresa a aumentar la producción de unidades, arrojando una ganancia económica de más de \$ 25.731.588 de pesos chilenos en 3 meses.

También se logró tener ventajas competitivas como, por ejemplo, al reducir los tiempos de cambio, la empresa puede adaptarse más rápidamente a cambios en la demanda del mercado y producir una variedad de productos en menor tiempo. Otra ventaja es que ayudó a minimizar la presión y el estrés asociados con los cambios de producción, los trabajadores realizaban sus tareas en un ambiente más tranquilo y controlado, con esto mejora la competitividad de la empresa, sobresaliendo de entre las demás con una mayor producción en variedad de productos. Aparte de este antecedente, también se tomaron en cuenta varias ventajas que deja la aplicación de la metodología SMED.

- **Reducción del tiempo de inactividad:** Uno de los beneficios más significativos de implementar SMED es la reducción del tiempo necesario para cambiar herramientas o configurar equipos entre diferentes procesos de producción. Esto lleva a una disminución del tiempo de inactividad de la maquinaria, lo que a su vez aumenta la disponibilidad y la capacidad de producción.
- **Mejora de la flexibilidad:** Al reducir el tiempo de cambio de línea, la industria puede cambiar más rápidamente de un producto o lote a otro. Esto permite una mayor flexibilidad para responder a las demandas cambiantes del mercado y facilita la producción de una variedad de productos en ciclos de tiempo más cortos.
- **Optimización de recursos:** Al reducir el tiempo de inactividad y aumentar la eficiencia, la empresa puede aprovechar al máximo sus recursos, incluyendo mano de obra, maquinaria y materiales.

Después de haber escogido la herramienta con la que vamos a trabajar, debemos tener en cuenta las condiciones que conlleva la investigación dentro de la empresa para obtener mejores resultados. A continuación, se detalla las condiciones que tomamos a consideración.

- **Compromiso de la dirección:** El apoyo de la alta dirección es fundamental para realizar la propuesta de mejora con la metodología SMED. En el caso de implementarse la propuesta se debe asegurar que haya recursos disponibles y un compromiso claro para llevar a cabo los cambios necesarios.
- **Documentación:** Registrar y documentar todos los cambios realizados y los nuevos procedimientos establecidos. Esto ayudará a mantener el conocimiento a lo largo del tiempo y a entrenar a nuevos operadores de manera efectiva, además de prestar información a futuras investigaciones.
- **Mantenimiento continuo:** Es importante realizar un seguimiento constante y realizar ajustes según sea necesario. La mejora continua es esencial para mantener y aumentar los beneficios obtenidos.

Para cumplir con la metodología SMED, se debe pasar por las siguientes etapas:

**Etapas 1:** Determinar las actividades de cambio de línea en cada una de las máquinas, juntamente con los tiempos que conllevan cada una.

**Etapas 2:** Identificar si las actividades son internas o externas, para luego analizarlas e identificar cuales se pueden cambiar o mejorar. Cabe recalcar que las actividades internas son las que se pueden ejecutar cuando las máquinas están encendidas y la externas son las que se pueden ejecutar cuando la máquina esta apagada.

**Etapas 3:** Cambiar las actividades que se puedan de internas a externas. Con esto el tiempo de actividad se reducirá a cero.

**Etapas 4:** Mejorar las actividades internas.

### **3.1.5 Procedimientos**

En la jornada laboral se realizó la investigación de campo en el área de producción. La técnica se basó en la observación directa a cada una de las operaciones realizadas por los operadores, las cuales permitieron la recolección de datos sobre el desarrollo de las actividades, tiempos, áreas críticas, demoras, para consiguiente realizar mejoras en los problemas detectados.

A continuación, se presenta las actividades realizadas:

- Se conoció el proceso general de la producción y se detalló en diagramas de procesos, para tener conocimiento de lo que se realiza en la empresa.
- Se realizó una observación de las tareas ejecutadas por los operadores al momento de cambiar de formatos en cada una de las máquinas, anotando y detallando cada una de ellas.
- Se desarrolló encuestas y entrevistas a los operadores para obtener información y opiniones sobre las actividades realizadas.
- Se detectó los problemas presentes en la ejecución de las actividades, gracias a la encuesta realizada.
- Se plasmó los problemas encontrados en diagramas de Ishikawa y así conocer las causas posibles de los inconvenientes.
- Se realizó la toma de tiempos de cada actividad realizada por los operadores en la maquinaria con el fin de obtener datos y realizar un análisis.
- Posteriormente se procedió a ordenar la información mediante diagramas de procesos y tablas en Excel.
- Se desarrolló el análisis y procesamiento de datos recolectados para conseguir una mejora en la demora de tiempos.
- Finalmente se aplicó la metodología SMED para reducir el tiempo o las actividades que causan la demora en el proceso de cambio de línea. Y con esto se desarrolló una propuesta de mejora, con el fin de mejorar la producción de la empresa.




### **3.1.6 Materiales**

A continuación, se detalló herramientas de medida, diseño y escritura necesaria que se utilizó para la elaboración y estudio del proyecto de investigación en el área de producción, cada herramienta posee de importancia en el trabajo de investigación ya que se utilizó en la obtención de datos, la descripción y desarrollo del proyecto, además de tener importancia fundamental para la presentación de la propuesta del trabajo de investigación en la empresa Fuentes San Felipe.



En la tabla 3.1 se muestra las herramientas que se utilizó para la aplicación de Ingeniería de métodos.

**Tabla 3.1:** Herramientas de estudio para el desarrollo del proyecto.

Herramienta	Figura	Descripción
<b>Diagrama analítico</b>	 <p>Diagrama analítico</p>	Sirve para el registro de toma de tiempo en cada cambio de línea en las diferentes máquinas.
<b>Cronómetro de celular</b>	 <p>Cronómetro</p>	Se utilizó para la medición de tiempos en las actividades que realizaba en operador en la máquina.
<b>Cámara</b>	 <p>Cámara</p>	Generó fotografías y videos para la evidencia del trabajo y los procesos realizados dentro de las actividades.
<b>Laptop</b>	 <p>Laptop</p>	Genero programas que facilitan la realización del escrito, para la teoría y la generación de tablas o cuadros para datos matemáticas
<b>Paquete Office</b>	 <p>Paquete Office</p>	Sirve para la realización de informes, formatos, presentaciones y los cálculos para el estudio de tiempos
<b>AutoCAD 2019</b>	 <p>AutoCAD 2019</p>	Se aplicó para la elaboración del Layout de la empresa y el área de producción.

## **3.2 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **3.2.1 Directrices Generales de la Empresa**

#### **FUENTES SAN FELIPE**

Fuentes San Felipe S.A. Es una empresa en Ecuador fundada en el año 1928, ubicada en Latacunga, la cual se dedica al embotellamiento y comercialización de agua con gas y sin gas, además de refrescos carbonatados. Actualmente cuenta con 78 empleados. Siendo proveedora de trabajo estable para los habitantes de la provincia y activando la economía nacional.

#### **Misión**

Enlazar y acercar a la comunidad, agua mineral natural y derivados de excelente calidad, con gestión interna robusta, un equipo humano de excelencia, permanente innovación y competitividad local e internacional.

#### **Visión**

Ser una empresa reconocida en el Ecuador, por su agua mineral y derivados, ocupando al menos el 15% del mercado de agua mineral en el país, y generando al menos el 20% de nuestros ingresos de los mercados internacionales hasta el 2030.

#### **Valores corporativos**

Innovación

Compromiso

Excelencia

Trabajo en equipo

#### **Principios que rigen a la empresa**

Trabajo en equipo

Lealtad

Calidad

Motivación

Iniciativa

Predisposición al cambio

Seguridad

### 3.2.2 Layout de la Empresa Fuentes San Felipe S. A

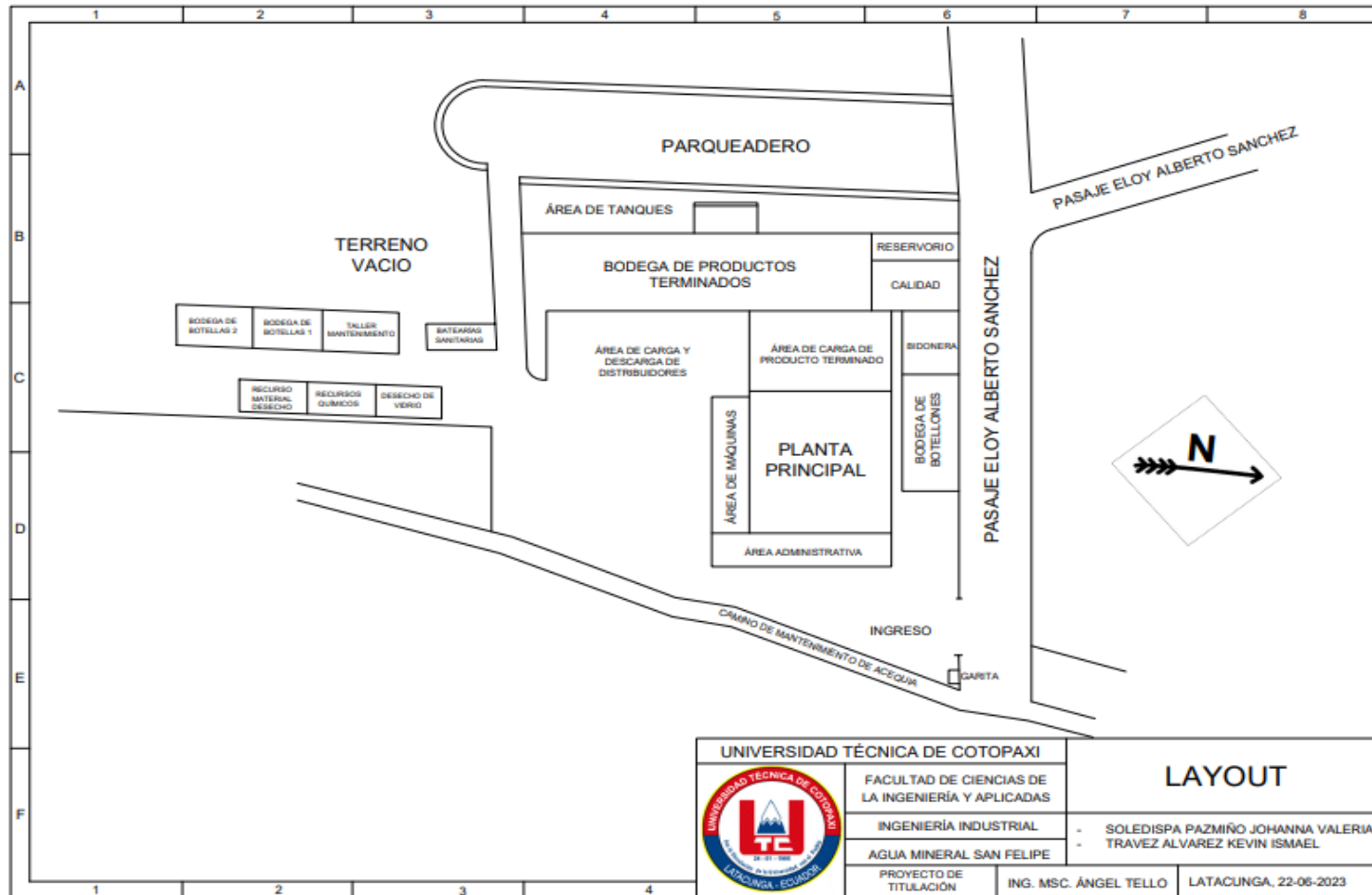


Figura 3.1: Layout de la empresa.

### 3.2.3 Análisis de la operación

Dentro de los procesos que se realizan en la empresa Fuentes San Felipe en su producción destacando así las diferentes bebidas en envases tipo Pet, proceso que se realiza bajo las actividades de producción, con la finalidad de obtener y entregar un excelente producto óptimo para el consumidor. Este proyecto de investigación se estudió el proceso de la línea Mesal pero teniendo como prioridad directamente en el cambio de línea en sus diferentes presentaciones. En la tabla 3.2 se muestra los productos de la empresa Fuentes San Felipe.

**Tabla 3.2:** Productos de la empresa Fuentes San Felipe.

PRODUCTO	CODIGO
Agua mineral con GAS en envase PET de 3000 ml	LP1
Agua mineral con GAS en envase PET de 1500 ml	LP3
Agua mineral con GAS en envase PET de 500 ml	LP4
Agua purificada envasada en envase PET de 6000ml	LP5
Agua purificada envasada en envase PET de 3000ml	LP13
Agua purificada envasada en envase PET de 1000ml	LP12
Agua purificada envasada en envase PET de 600ml	LP11
Agua purificada envasada en envase PET de 300ml	LP10
Toronja Mineral de 500 ml	LP17
Toronja Mineral de 1500 ml	LP18
FRUMMM Sabor a Manzana de 300 ml	LP40
FRUMMM Sabor a Manzana de 1500 ml	LP42
FRUMMM Sabor a Naranja de 300 ml	LP50
FRUMMM Sabor a Naranja de 1500 ml	LP52
FRUMMM Sabor a Frutos Rojos de 300 ml	LP60
FRUMMM Sabor a Frutos Rojos de 1500 ml	LP62
FRUMMM Sabor a Lima-Limón de 300 ml	LP70
FRUMMM Sabor a Lima-Limón de 1500 ml	LP72
FRUMMM Sabor a Pera de 300 ml	LP80
FRUMMM Sabor a Pera de 1500 ml	LP82
San Felipe PLUS Colágeno Sabor a Arándano de 400 ml	LSFP01
San Felipe PLUS Colágeno Sabor a Mango-Maracuyá de 400 ml	LSFP10
San Felipe PLUS Colágeno Sabor a Sandía de 400 ml	LSFP20
San Felipe PLUS Té + Limón + Jengibre de 400 ml	LSFP30

Teniendo en cuenta que la producción que se presentará a continuación es realizada dentro de la planta de producción ubicada en el sector de San Felipe, de la Ciudad de Latacunga, está es una empresa que posee agua mineral de los deshielos del coloso volcán Cotopaxi.

El agua brota de una fuente con gas natural que está en 25 metros de profundidad, tiene como componentes al consumidor final, que pasa por un proceso riguroso de control, con normativas de calidad de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (HACCP) y buenas prácticas de manufactura (BMP) para garantizar el producto.

Opera en la fabricación de agua con gas y sin gas, además de refrescos carbonatados.

Actualmente cuenta con 78 empleados.

Para la obtención de estos productos se utiliza la línea Mesal, la cual a través de un proceso que empieza por la colocación de botellas vacías en la tolva, el cuál sube hacia el posicionador, el transporte de botellas de manera aérea, continua por el lavado, llenado y tapado en la Triblock, luego su etiquetado y por último un empaquetado del número de unidades de acuerdo con la presentación. Teniendo en cuenta que todo esto se complementa con un control de calidad en cada uno de esos procesos para así obtener un producto de alta calidad para el consumidor.

El estudio inicial de esta línea de producción se conoce que existen diferentes desperdicios incluyendo materia prima y el tiempo ya sea del operador o de la máquina. Existe ocasiones en que las máquinas son directamente las que generan desperdicios por un maltrato de la botella, llenado de botella incorrecto, existen casos que también genera un mal etiquetado por una mala calibración de los equipos.

Cuando se realiza el proceso, actualmente existe un desacuerdo entre los tiempos de producción real con lo planificado, los cuales se producen por paras de producción no programadas ya sea por mantenimiento de las máquinas, no cuentan con una estandarización de tiempos en diversas actividades adicionales que se realizan dentro del proceso como el cambio de formatos, el lavado y desinfección de las máquinas, el transporte de materia prima, entre otros.

### **Producción y distribución**

La empresa Fuentes San Felipe buscar saber cómo satisfacer necesidades de sus consumidores por lo que cuenta con una amplia gama de presentaciones de envases tipo PET, en sus diferentes tamaños y con una variedad de sabores.

La empresa ha ido abriendo su mercado logrando llegar no solo a la provincia de Cotopaxi también ha llegado a las provincias de Pichincha y Tungurahua, a ciudades como Manta, Lago, Agrio e Ibarra y adicionalmente realiza entregas directas a empresa como Corporación Favorita, Novacero, Familia y por último a diferentes instituciones educativas.

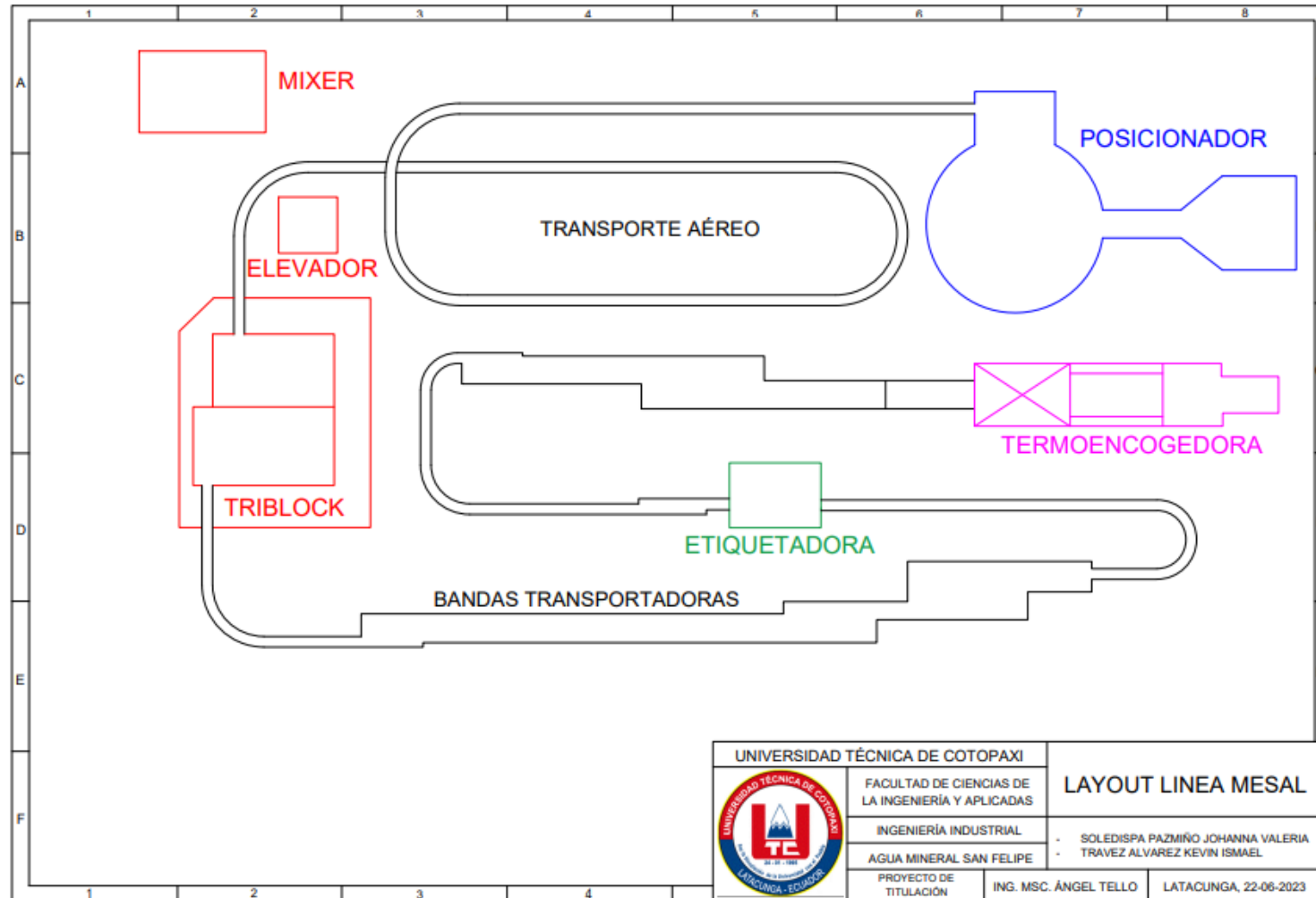
### **Factor humano de la empresa**

Dentro de la línea Mesal cuenta con 5 personas, un operario en cada una de las máquinas, posicionador, llenadora, etiquetadora, empaquetadora y un paletizado manual, un jefe de producción y un supervisor de planta.

#### **3.2.4 Línea Mesal**

La producción se realiza de lunes a sábados en dos turnos de 8 horas dependiendo la demanda.

### 3.2.5 Layout de la línea PET Mesal



**Figura 3.2:** Layout de la línea PET Mesal

### **3.2.6 Descripción del proceso de producción**

#### **Sistema de producción**

El sistema de producción que se emplea en la empresa es en masa ya que se producen varias presentaciones en gran cantidad. La producción no es continua ya que se realizan paros de la producción para realizar trabajos como cambios de formato o calibrar los diferentes equipos que posee la fábrica.

### **3.2.7 Proceso de producción**

- **Posicionador y transporte aéreo**

El inicio del proceso es cuando un operador coloca las botellas dentro de la tolva del posicionador, posterior a eso las botellas entran a la máquina y esta se encarga de posicionar las botellas de manera vertical con el cuello de botella hacia arriba para luego colocarlas en el riel del transporte aéreo, las botellas son llevadas hasta la Triblock por medio de un sistema de ventilación. El sistema de transporte aéreo también cumple la función de almacenamiento de botellas vacías.

- **Triblock y Mixer**

En la Triblock primeramente las botellas pasan por un proceso de rinseado interno con agua ozonificada, luego son llenadas con el líquido previamente preparado en el Mixer, por consiguiente, las botellas ya llenas pasan al tapado a través de un sistema de cabezas giratorias las cuales son calibradas para que el tapado sea óptimo. Finalmente, el producto pasa a la codificadora, en donde se coloca la fecha de producción y de caducidad en conjunto con el número de lote para luego pasar por un control de volumen y codificado.

- **Etiquetadora**

Una vez realizada la inspección, las botellas son llevadas a la etiquetadora por medio de bandas transportadoras, aquí se coloca la etiqueta en la botella por medio de un sistema de adherencia con goma o aplicación de calor, dependiendo del producto.

- **Empaquetado**

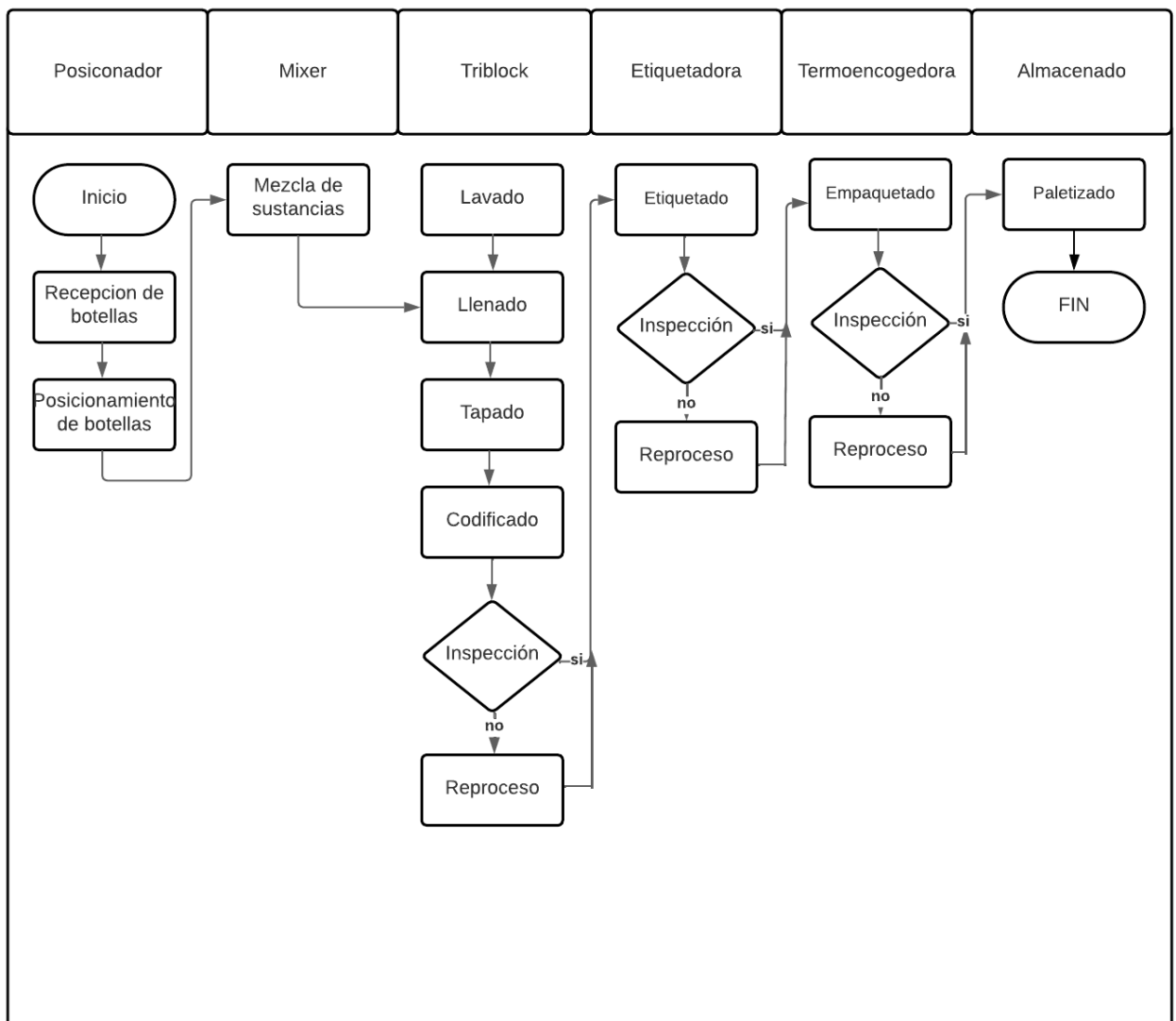
Finalmente, luego de que el producto ya etiquetado es transportado a la empacadora, las botellas son colocadas específicamente para que el paquete sea de 6 unidades, este sistema consiste en agrupar las 6 unidades y colocarlas en una lámina de plástico para luego ser encogidas térmicamente para tener un empaque compacto y resistente.

- **Paletizado**

En este proceso, las 6 unidades ya empacadas son apiladas en un pallet que posteriormente son llevadas al área de bodega para su distribución.

### 3.2.8 Diagrama de flujo del proceso de producción

**Proceso de producción**  
**Empresa:** Fuentes San Felipe S.A  
**Elaborado por:** Grupo de trabajo  
**Fecha:** 24/06/2023  
**Diagrama de flujo**





### 3.2.9 Análisis de producción

Para seleccionar la muestra de estudio se realizó un análisis mediante gráficas de Pareto sobre las ventas de los últimos 6 meses (enero 2023 – junio 2023).

### 3.2.10 Diagrama de Pareto

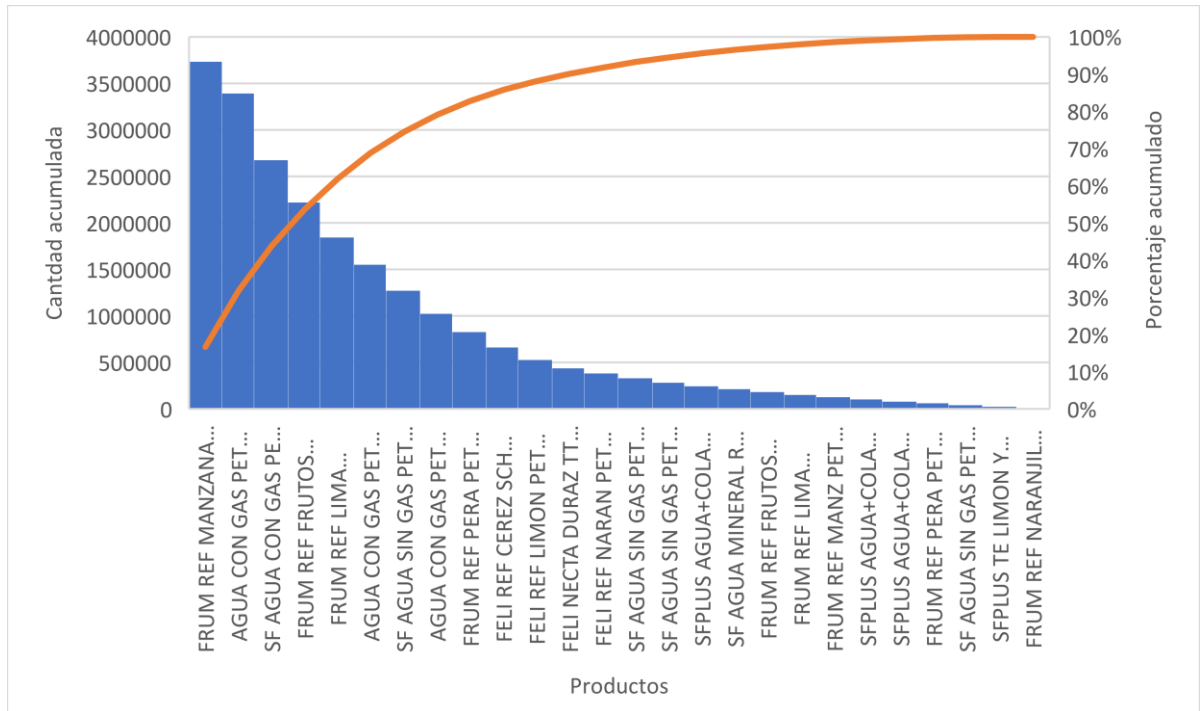
Para el análisis de datos de las ventas se procede a realizar un diagrama de Pareto.

A continuación, en la tabla 3.3 se muestra un resumen de los productos con relación a las ventas.

**Tabla 3.3:** Diagrama de Pareto

Producto	Cantidad	Cantidad Acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulativo
FRUM REF NARANJILLA PET 300ML	10097	10097	0,27%	0,27%
SFPLUS TE LIMON Y JENGIBRE PET 400ML	13538	23635	0,36%	0,63%
SF AGUA SIN GAS PET 1000ML	18822	42457	0,50%	1,14%
FRUM REF PERA PET 1500ML	18840	61297	0,50%	1,64%
SFPLUS AGUA+COLAG ARAND PET 400ML	19444	80741	0,52%	2,16%
SFPLUS AGUA+COLAG MA-MAR PET 400ML	22250	102991	0,60%	2,76%
FRUM REF MANZ PET 1500ML	23759	126750	0,64%	3,39%
FRUM REF LIMA LIMON PET 1500ML	24689	151439	0,66%	4,06%
FRUM REF FRUTOS ROJOS PET 1500ML	31065	182504	0,83%	4,89%
SF AGUA MINERAL REF TORONJ PET 500ML	31141	213645	0,83%	5,72%
SFPLUS AGUA+COLAG SANDIA PET 400ML	32876	246521	0,88%	6,60%
SF AGUA SIN GAS PET 6000ML	36371	282892	0,97%	7,58%
SF AGUA SIN GAS PET 300ML	48714	331606	1,30%	8,88%
FELI REF NARAN PET 500ML	51214	382820	1,37%	10,25%
FELI NECTA DURAZ TTP 150ML	55536	438356	1,49%	11,74%
FELI REF LIMON PET 500ML	88232	526588	2,36%	14,10%
FELI REF CEREZ SCH 175ML	134702	661290	3,61%	17,71%
FRUM REF PERA PET 300ML	164623	825913	4,41%	22,12%
AGUA CON GAS PET 3000ML	197399	1023312	5,29%	27,40%
SF AGUA SIN GAS PET 600ML	249078	1272390	6,67%	34,07%
AGUA CON GAS PET 1500ML	279440	1551830	7,48%	41,56%
FRUM REF LIMA LIMON PET 300ML	293648	1845478	7,86%	49,42%
FRUM REF FRUTOS ROJOS PET 300ML	375166	2220644	10,05%	59,47%
SF AGUA CON GAS PET 300ML	453773	2674417	12,15%	71,62%
AGUA CON GAS PET 500ML	717849	3392266	19,22%	90,85%
FRUM REF MANZANA PET 300ML	341856	3734122	9,15%	100,00%
	3734122		100,00%	

## Diagrama de Pareto



**Figura 3.3:** Diagrama de Pareto en relación con las ventas.

**Análisis:** Gracias al diagrama de Pareto se llega a la conclusión que el producto más vendido durante los últimos 6 meses por la empresa fue el FRUM MANZANA PET DE 300ML.

### 3.2.11 Descripción del producto



**Figura 3.4:** Frum Manzana de 300ml

El producto FRUM MANZANA es una bebida gaseosa que contiene un jarabe ya preparado y CO2 mezclado dentro de la Línea Mesal, específicamente en el Mixer.

El producto de 300 ml posee las siguientes características:

- Envase hermético
- Botella PET
- Agua natural

### 3.2.12 Producción

Para analizar la producción, se eligió el producto más vendido.

Se tomó 5 muestras del número de cantidades producidas en una hora del producto Frum Manzana de 300ml.

En la tabla 3.4 se muestra la producción del producto Frum Manzana en 1 hora.

**Tabla 3.4:** Producción del producto en 1 hora

Producto	Producción en 1 hora					Promedio
	1	2	3	4	5	
FRUM MANZANA PET 300ML	6000	5964	5976	6048	6036	6004,8
					<b>Total</b>	<b>6005</b>

La producción de este producto es de 6005 unidades por hora, entonces en 8 horas de trabajo se producirán 48.040 unidades y semanalmente se producirá 240.200 unidades.

### 3.2.13 Objetivo Especifico 1

- Analizar las actividades y tiempos mediante diagramas de procesos y tablas de Excel para la identificación de inconvenientes al momento de cambiar la línea de producción.

#### Diagnostico personal

Para conocer inconvenientes en el cambio de línea, se realizó una encuesta dirigida a los operarios que realizan esta actividad. A continuación, se presenta el análisis y resultado de la encuesta.

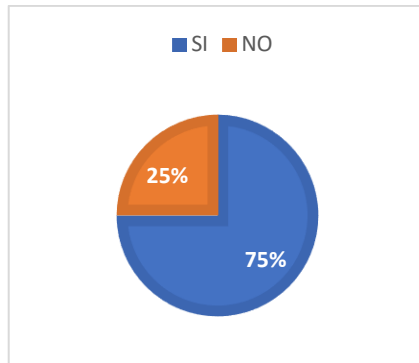
#### Análisis e interpretación de la encuesta

La encuesta se realizó a los operadores de las maquinas en la Línea Mesal, en total son 4 operadores. A continuación, se presenta el análisis de resultados.

1. **¿Realiza las actividades de cambio de formato siguiendo un manual de procedimientos?**

**Tabla 3.5:** Pregunta 1

	Respuesta	Porcentaje (%)
<b>SI</b>	3	75%
<b>NO</b>	1	25%
<b>Total</b>	4	100%



**Figura 3.5:** Resultado de la pregunta 1

### **Análisis**

Según la encuesta, se ha obtenido que el 75% de encuestados si realiza las actividades de cambio de formato siguiendo un manual de procedimiento.

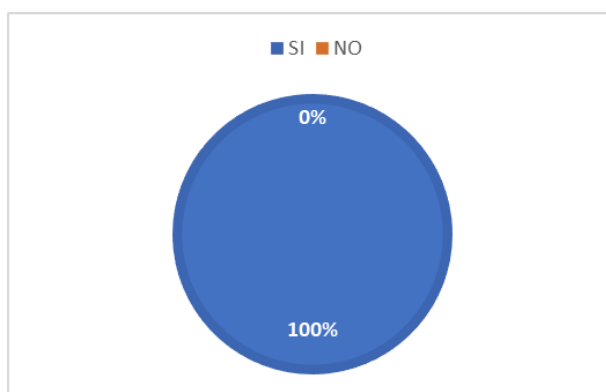
### **Interpretación**

No todos los operadores siguen un manual de procedimientos, lo que trae consecuencias en el cambio de línea.

### **2. ¿Existe un tiempo establecido para cambiar de formatos?**

**Tabla 3.6:** Pregunta 2

	Respuesta	Porcentaje (%)
SI	4	100%
NO	0	0%
Total	4	100%



**Figura 3.6:** Resultado de la pregunta 2

### Análisis

Según la encuesta, el 100% de encuestados dice que si existe un tiempo establecido para cambiar de formatos.

### Interpretación

Si existe un tiempo establecido por la empresa para cambiar de formatos, sin embargo, este tiempo es muy largo y afecta en la productividad de la empresa.

#### 3. ¿Conoce el tiempo que se demora en cambiar de formato?

Tabla 3.7: Pregunta 3

	Respuesta	Porcentaje (%)
SI	4	100%
NO	0	0%
Total	4	100%

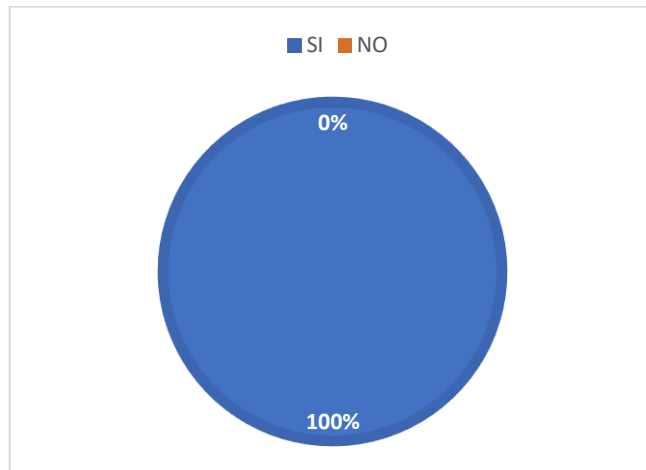


Figura 3.7: Resultado de la pregunta 3

### Análisis

Según la encuesta, el 100% de encuestados dice que si conoce el tiempo que se demora en cambiar de formato.

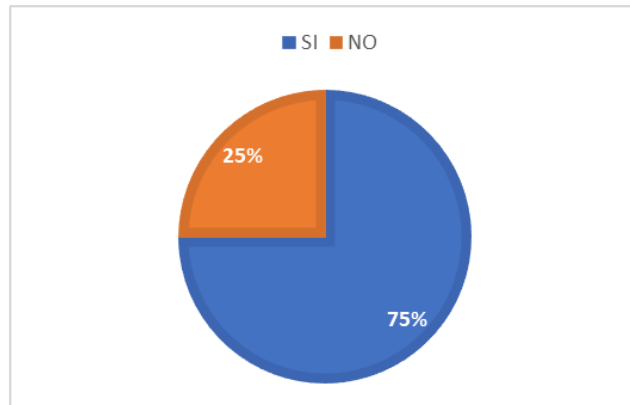
### Interpretación

Los operadores saben y están conscientes de la demora en el cambio de línea, su justificación es que no hay una optimización en este proceso.

#### 4. ¿La empresa cuenta con las herramientas necesarias para el cambio de formato?

**Tabla 3.8:** Pregunta 4

	Respuesta	Porcentaje (%)
SI	3	75%
NO	1	25%
Total	4	100%



**Figura 3.8:** Resultado de la pregunta 4

### **Análisis**

Según la encuesta, el 75% ha contestado que, si existen las herramientas necesarias para cambiar de formatos.

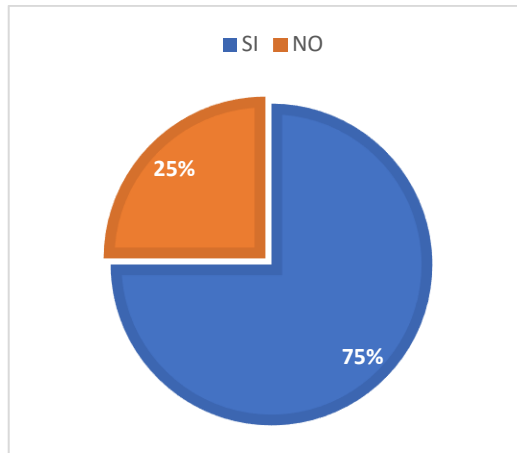
### **Interpretación**

La empresa cuenta con herramientas, pero no son suficientes para cambiar de línea, no todos los operadores tienen las herramientas necesarias.

- 5. ¿Conoce si se ha realizado un estudio de tiempos anteriormente en el cambio de formatos?**

**Tabla 3.9:** Pregunta 5

	Respuesta	Porcentaje (%)
SI	3	75%
NO	1	25%
Total	4	100%



**Figura 3.9:** Resultado de la pregunta 5

### **Análisis**

Según la encuesta, el 75% menciona que, si se ha realizado un estudio de tiempos anteriormente sobre el cambio de formatos.

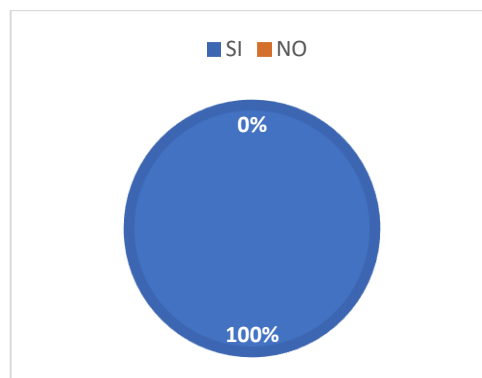
### **Interpretación**

Si se ha realizado un estudio de tiempos en cambios de línea de producción, pero no se ha aplicado completamente ya que todavía hay demora en este proceso.

### **6. ¿La empresa se ha enfocado en reducir el tiempo de cambio de formato?**

**Tabla 3.10:** Pregunta 6

	<b>Respuesta</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>SI</b>	4	100%
<b>NO</b>	0	0%
<b>Total</b>	4	100%



**Figura 3.10:** Resultado de la pregunta 6

### Análisis

Según la encuesta, el 100 menciona que la empresa si se ha enfocado en reducir tiempos al omento de cambios de línea de producción.

### Interpretación

La empresa si está enfocada en reducir los tiempos en el proceso de cambio de formatos, pero no ha habido un estudio en concreto que solucione este problema.

#### 7. ¿Cree usted que se puede reducir el tiempo de demora?

Tabla 3.11: Pregunta 7

	Respuesta	Porcentaje (%)
SI	3	75%
NO	1	25%
Total	4	100%

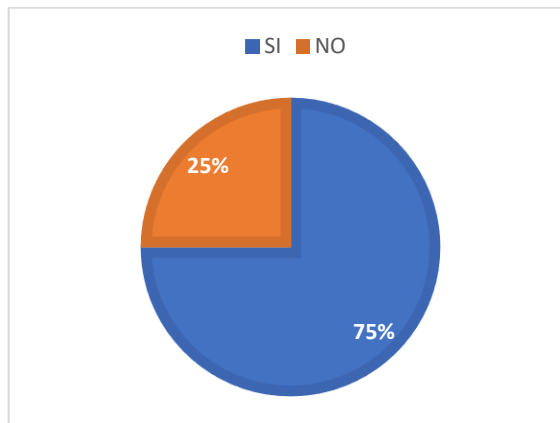


Figura 3.11: Resultado de la pregunta 7

### Análisis

Según la encuesta, el 75% cree que, si se puede reducir el tiempo de cambio de formato.

### Interpretación

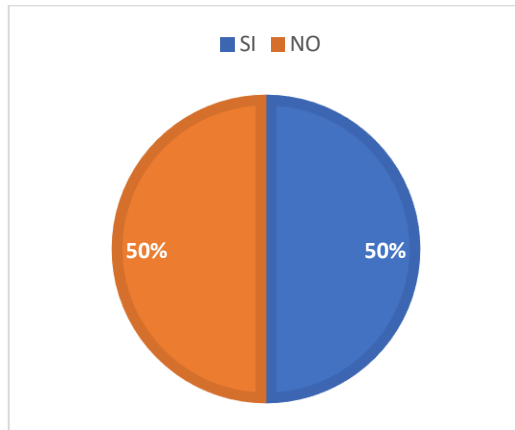
Los tiempos de cambio de línea de producción si se pueden cambiar ya que hay actividades que se pueden acortar o eliminarlas.

#### 8. ¿Ha recibido capacitaciones para realizar las actividades de cambio de formato?

Tabla 3.12: Pregunta 8

	Respuesta	Porcentaje (%)
SI	2	50%
NO	2	50%
Total	4	100%





**Figura 3.12:** Resultado de la pregunta 8

**Análisis**

Según la encuesta, solo el 50% ha recibido capacitaciones para realizar las actividades de cambio de formato.

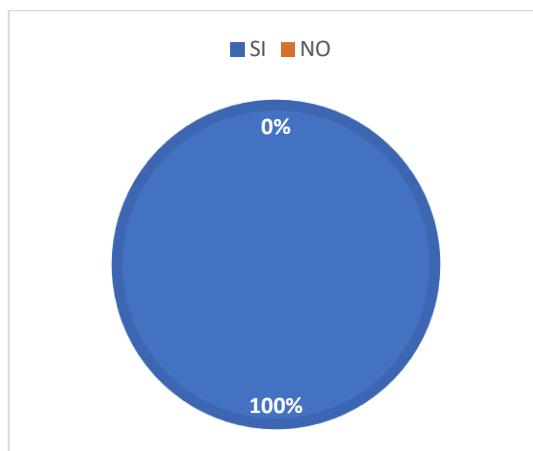
**Interpretación**

No todos los operadores están capacitados para realizar estas actividades, es importante brindar información a los operadores sobre las operaciones ya que así se podrá reducir tiempo e inconvenientes en el cambio de línea.

**9. ¿Cree usted que el personal nuevo se demora más al realizar el cambio?**

**Tabla 3.13:** Pregunta 9

	Respuesta	Porcentaje (%)
SI	4	100%
NO	0	0%
Total	4	100%



**Figura 3.13:** Resultado de la pregunta 9

## Análisis

Según la encuesta, el 100% de encuestados menciona que el personal nuevo si se demora en cambiar de formatos.

## Interpretación

El personal nuevo debe pasar por capacitaciones para un mejor rendimiento dentro del proceso ya que puede producir varios problemas en las actividades a realizar.

### 10. ¿Cuál cree usted que es el mayor inconveniente con respecto a la demora al realizar el cambio de formato?

Según la encuesta, se ha analizado que el mayor inconveniente el personal no está completamente capacitado, específicamente los operadores nuevos. Otro inconveniente de presenta en el posicionador ya que los formatos están averiados o desoldados.

## Análisis causa-efecto de los problemas encontrados

En este apartado se presenta el mayor problema encontrado en las actividades de cambio de formatos con respecto a la pérdida de tiempo. Este estudio se realizó mediante encuestas a los 4 operadores encargados del cambio de línea en cada una de las maquinas presentes en la Línea Mesal. A continuación, se presentan los problemas detallados en Diagramas de Ishikawa.

## Diagrama de Ishikawa

**Problema 1:** El problema identificado es la falta de capacitación de operarios para el cambio de formato, en especial el personal nuevo no es capaz de realizar las actividades de manera eficiente ya que desconoce el procedimiento a demás diferentes causas influyen en el problema, estas se muestran en la figura 3.14

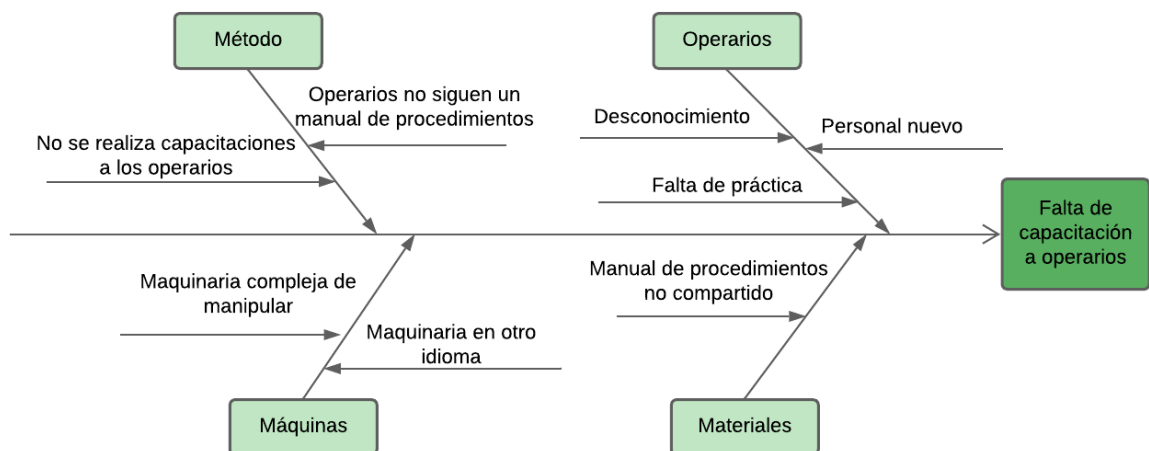


Figura 3.14: Diagrama Ishikawa

## **Estudio de tiempos en el cambio de línea**

Los tiempos que se tomaron corresponden al Cambio de línea de un producto de 300 ml a 1500 ml.

Para el presente estudio, se escogió las máquinas que más tiempo conllevan cambiar formatos ya que para realizar los cambios en las demás máquinas el tiempo es mínimo y no afecta en el tiempo general ya que las actividades se realizan en paralelo. En este caso las máquinas que requieren más tiempo son: El posicionador y la Empacadora.

### **POSICIONADOR**

#### **Registro de actividades y tiempo observado**

##### **Descripción del proceso**

El proceso empieza cuando termina la producción, las máquinas dejan de producir.

Operación 1: Parar máquina

Operación 2: Liberar las puertas de acceso al posicionador.

Operación 3: Sacar los formatos utilizados anteriormente

Operación 4: Empacar los formatos sacados

Transporte 1: Transporte de formatos a bodega

Transporte 2: Transporte de formatos a utilizar al área del posicionador

Operación 5: Colocación de separadores en el posicionador

Operación 6: Colocación de acoples en los formatos

Operación 7: Colocación de formatos en el posicionador

Inspección y operación 1: Extracción de acoples utilizados de succión

Operación 8: Colocación de acoples de succión a utilizar

Operación 9: Regulación de la altura de la mesa donde se succiona la botella con la línea de entrada de los aéreos

Operación 10: Colocación de formatos

Inspección 1: Verificación de funcionamiento de la máquina.

#### **Actividades y tiempos del Posicionador**

La tabla 3.14 proporciona información sobre las tareas y tiempos registrados que conllevan al cambio de formatos en el Posicionador.







**Tabla 3.14:** Actividades y tiempos registrados - Posicionador

N°	Descripción de actividades	Tiempos - Formato Hora					Promedio
		T1	T2	T3	T4	T5	
1	Parar máquina	0:00:03	0:00:02	0:00:02	0:00:03	0:00:03	0:00:03
2	Abrir compuerta	0:01:05	0:01:00	0:01:16	0:00:58	0:01:04	0:01:05
3	Sacar los formatos utilizados anteriormente	0:12:33	0:13:49	0:14:07	0:14:15	0:14:23	0:13:49
4	Empacar los formatos sacados	0:01:30	0:02:01	0:01:26	0:01:05	0:01:19	0:01:28
5	Transporte de formatos a bodega	0:03:38	0:03:34	0:03:31	0:03:14	0:02:53	0:03:22
6	Transporte de formatos a utilizar al área del posicionador	0:02:16	0:02:03	0:02:13	0:03:08	0:02:14	0:02:23
7	Colocación de separadores en el posicionador	0:04:10	0:05:01	0:04:09	0:03:56	0:03:59	0:04:15
8	Colocación de acoples en los formatos	0:28:06	0:28:02	0:27:46	0:29:02	0:30:54	0:28:46
9	Colocación de formatos pequeños en el posicionador	0:09:03	0:10:09	0:08:37	0:09:52	0:08:31	0:09:14
10	Extracción y colocación de acoples de succión	0:04:53	0:04:01	0:05:09	0:05:00	0:04:28	0:04:42
11	Regulación de la altura de la mesa donde se succiona la botella con la línea de entrada de los aéreos	0:04:14	0:03:47	0:04:02	0:04:50	0:04:47	0:04:20
12	Ajuste de separadores en posicionador	0:05:57	0:06:21	0:05:49	0:06:30	0:05:56	0:06:07
13	Colocación de formatos grandes en el posicionador	0:08:57	0:08:12	0:07:34	0:08:34	0:07:50	0:08:13
14	Verificación de funcionamiento	0:02:13	0:02:00	0:03:01	0:02:45	0:02:01	0:02:24
<b>TOTAL</b>							<b>1:30:11</b>

### Diagrama Analítico del Posicionador

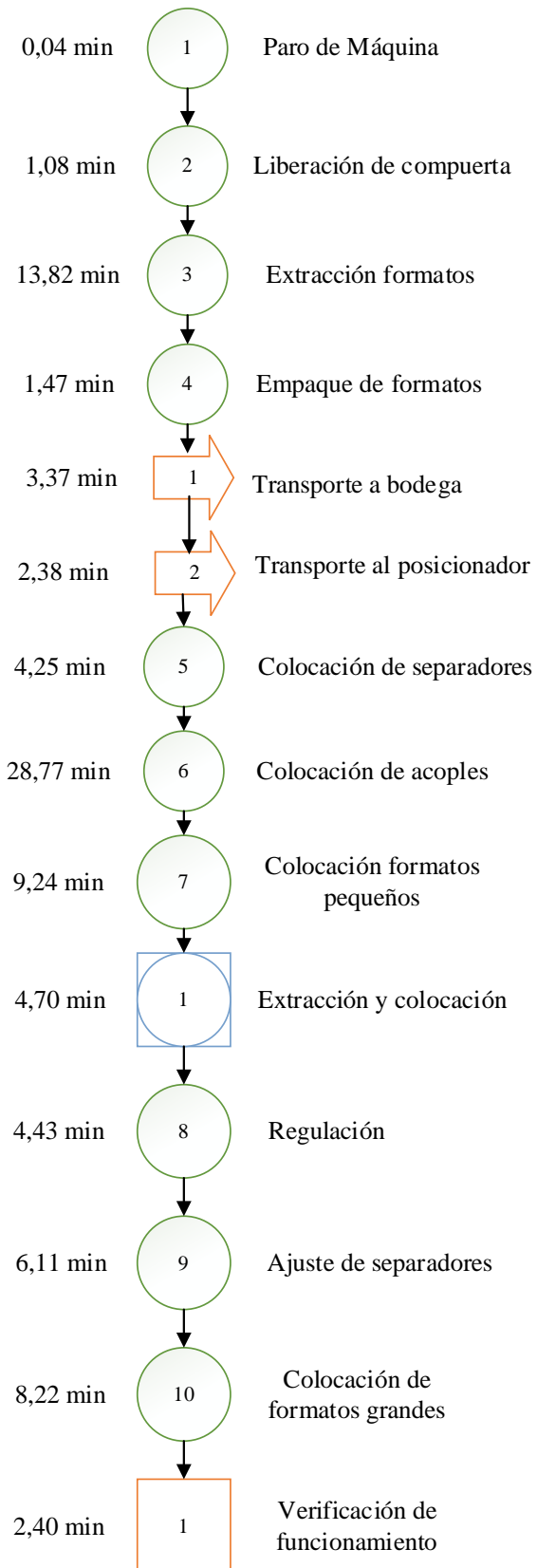
En la figura 3.15 se muestra la descripción de las actividades con el tiempo evaluado.

**DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS**

<b>UBICACIÓN:</b> Línea Mesal <b>ACTIVIDAD:</b> Cambio de formato - Posicionador <b>FECHA:</b> 27/6/2023 <b>OPERADOR:</b> <b>ANALISTA:</b> Grupo de trabajo						<b>RESUMEN</b>			
						Evento	Presente	Propuesto	Ahorros
						Operación	10		
						Transporte	2		
						Demora	-		
						Inspección	1		
						Almacenamiento	-		
						Combinada	1		
						Tiempo (min)	1:30:11		
						Distancia (m )	30		
<b>Encierre en un círculo el método y tipo apropiado</b>									
<b>Método</b>		<input checked="" type="checkbox"/> Presente	<input type="checkbox"/> Propuesto						
<b>Tipo</b>		<input type="checkbox"/> Trabajador	<input type="checkbox"/> Material	<input checked="" type="checkbox"/> Máquina					
<b>Comentario:</b>									
<b>Descripción de actividades</b>	<b>Símbolo</b>						<b>Distancia (m)</b>	<b>Tiempo (Formato Hora)</b>	<b>Observaciones</b>
									
1. Parar máquina	x						0:00:03		
2. Abrir compuerta	x						0:01:05		
3. Sacar los formatos utilizados anteriormente	x						0:13:49		
4. Empacar los formatos sacados	x						0:01:28		
5. Transporte de formatos a bodega		x				15	0:03:22		
6. Transporte de formatos a utilizar al área del posicionador		x				15	0:02:23		
7. Colocación de separadores en el posicionador	x						0:04:15		
8. Colocación de acoples en los formatos	x						0:28:46		
9. Colocación de formatos pequeños en el posicionador	x						0:09:14		
10. Extracción y colocación de acoples de succión					x		0:04:42		
11. Regulación de la altura de la mesa donde se succiona la botella con la línea de entrada de los aéreos	x						0:04:20		
12. Ajuste de separadores en posicionador	x						0:06:07		
13. Colocación de formatos grandes en el posicionador	x						0:08:13		
14. Verificación de funcionamiento				x			0:02:24		
<b>TOTAL</b>						<b>30</b>	<b>1:30:11</b>		

**Figura 3.15:** Diagrama Analítico del Posicionador

## Diagrama de Operaciones del Posicionador



## **EMPACADORA**

### **Registro de actividades y tiempo observado**

#### **Descripción del proceso**

El proceso empieza cuando termina la producción, las máquinas dejan de producir.

Operación 1: Parar máquina

Operación 2: Cortar el plástico dependiendo el formato.

Transporte 1: Transporte de botellas para calibrar el tamaño

Operación 3: Calibrar las guías del ingreso de las botellas

Operación 4: Regular la entrada de las botellas

Operación 5: Calibrar el sensor de entrada de las botellas

Operación 6: Regulación de guías interiores

Operación 7: Calibración de la barra guía del plástico de la parte superior

Operación 8: Ajustar el soporte de las botellas

Operación 9: Regular las guías de salida de la botella

Transporte 2: Transporte de rollos plásticos a la empacadora

Operación 10: Colocación de plástico en la parte superior e inferior.

Inspección 1: Verificación de funcionamiento de la máquina.

### Actividades y tiempos de la Empacadora

La tabla 3.15 proporciona información sobre las tareas y tiempos registrados que conllevan al cambio de formatos en la Empacadora.

**Tabla 3.15:** Actividades y tiempos registrados - Empacadora

N°	Descripción de actividades	Tiempos - Formato Hora					
		T1	T2	T3	T4	T5	Promedio
1	Parar la máquina	0:00:05	0:00:04	0:00:04	0:00:03	0:00:06	0:00:04
2	Cortar el plástico dependiendo el formato	0:00:52	0:00:54	0:00:45	0:00:38	0:00:59	0:00:50
3	Transporte de botellas para calibrar el tamaño	0:04:43	0:05:08	0:04:28	0:04:52	0:05:09	0:04:52
4	Calibrar las guías del ingreso de las botellas	0:09:21	0:09:39	0:09:59	0:08:54	0:09:56	0:09:34
5	Regular la entrada de las botellas	0:03:38	0:03:59	0:03:41	0:03:08	0:03:45	0:03:38
6	Calibrar el sensor de entrada de las botellas	0:03:19	0:02:47	0:03:15	0:03:14	0:02:58	0:03:07
7	Regulación de guías interiores	0:05:38	0:06:03	0:05:40	0:06:08	0:05:22	0:05:46
8	Calibración de la barra guía del plástico de la parte superior.	0:01:52	0:01:21	0:01:45	0:01:23	0:01:29	0:01:34
9	Ajustando el soporte de las botellas	0:00:37	0:00:45	0:00:58	0:00:42	0:00:51	0:00:47
10	Regular las guías de salida de la botella	0:00:51	0:00:55	0:01:02	0:01:00	0:00:59	0:00:57
11	Transporte de rollos plásticos a la empacadora	0:03:28	0:03:10	0:03:40	0:03:45	0:03:24	0:03:29
12	Colocación de plástico en la parte superior e inferior.	0:04:06	0:04:39	0:04:45	0:04:21	0:04:16	0:04:25
13	Verificación del funcionamiento	0:02:18	0:02:05	0:02:07	0:02:45	0:02:01	0:02:15
<b>TOTAL</b>							<b>0:41:19</b>

El total de actividades que se realizan para hacer el cambio de línea son 13 y un tiempo promedio de las 5 observaciones registradas es de 41 minutos y 19 segundos.

Con estos datos procedemos a aplicar la ingeniería de métodos para llegar a un tiempo estándar y proponer la mejora de tiempo.



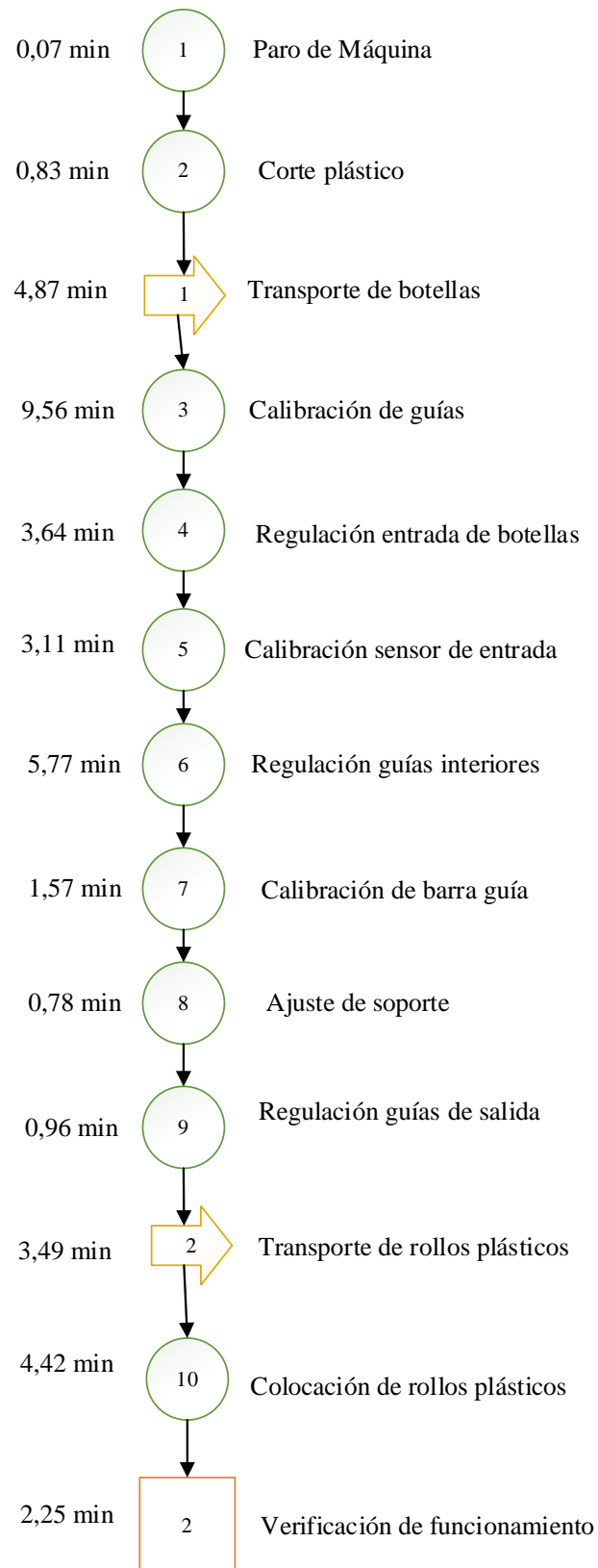
## Diagrama Analítico de la Empacadora

En la siguiente figura 3.16 se indica la descripción de las actividades con su tiempo observado.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI		FUENTES " SAN FELIPE" S.A		 ESTABLECIDO EN 1924 SAN FELIPE					
DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS									
UBICACIÓN: Línea Mesal ACTIVIDAD: Cambio de formato - Empacadora FECHA: 27/6/2023 OPERADOR: ANALISTA: Grupo de trabajo				<b>RESUMEN</b>					
				Evento	Presente	Propuesto	Ahorros		
				Operación	10				
				Transporte	2				
				Demora	-				
				Inspección	1				
				Almacenamiento	-				
				Combinada	-				
				Tiempo (min)	0:41:19				
				Distancia (m )	25				
Descripción de actividades	Símbolo						Distancia (m)	Tiempo (Formato Hora)	Observaciones
	○	➔	D	□	▽	◻			
1. Parar la máquina	X							0:00:04	
2. Cortar el plástico dependiendo el formato	X							0:00:50	
3. Transporte de botellas para calibrar el tamaño							10	0:04:52	
4. Calibrar las guías del ingreso de las botellas	X							0:09:34	
5. Regular la entrada de las botellas	X							0:03:38	
6. Calibrar el sensor de entrada de las botellas	X							0:03:07	
7. Regulación de guías interiores	X							0:05:46	
8. Calibración de la barra guía del plástico de la parte superior.	X							0:01:34	
9. Ajustando el soporte de las botellas	X							0:00:47	
10. Regular las guías de salida de la botella	X							0:00:57	
11. Transporte de rollos plásticos a la empacadora							15	0:03:29	
12. Colocación de plástico en la parte superior e inferior.	X							0:04:25	
13. Verificación del funcionamiento				X				0:02:15	
<b>TOTAL</b>							<b>25</b>	<b>0:41:19</b>	

Figura 3.16: Diagrama Analítico de la Empacadora

## Diagrama de Operaciones de la Empacadora



### 3.2.14 Objetivo Específico 2

- Realizar un estudio de tiempos por medio de la aplicación de ingeniería de métodos para la determinación del estado actual en el cambio de línea.

#### Cálculo del Tiempo Estándar del Posicionador

##### Toma de tiempos

Se registro cinco tiempos de cada una de las actividades que conllevan al cambio de formato. En la tabla 3.16 se muestra la toma de tiempos y el promedio de cada tarea.

**Tabla 3.16:** Cálculo del tiempo.

N°	Descripción de actividades	Tiempos - Formato Hora				
		T1	T2	T3	T4	T5
1	Parar máquina	0:00:03	0:00:02	0:00:02	0:00:03	0:00:03
2	Abrir compuerta	0:01:05	0:01:00	0:01:16	0:00:58	0:01:04
3	Sacar los formatos utilizados anteriormente	0:12:33	0:13:49	0:14:07	0:14:15	0:14:23
4	Empacar los formatos sacados	0:01:30	0:02:01	0:01:26	0:01:05	0:01:19
5	Transporte de formatos a bodega	0:03:38	0:03:34	0:03:31	0:03:14	0:02:53
6	Transporte de formatos a utilizar al área del posicionador	0:02:16	0:02:03	0:02:13	0:03:08	0:02:14
7	Colocación de separadores en el posicionador	0:04:10	0:05:01	0:04:09	0:03:56	0:03:59
8	Colocación de acoples en los formatos	0:28:06	0:28:02	0:27:46	0:29:02	0:30:54
9	Colocación de formatos pequeños en el posicionador	0:09:03	0:10:09	0:08:37	0:09:52	0:08:31
10	Extracción y colocación de acoples de succión	0:04:53	0:04:01	0:05:09	0:05:00	0:04:28
11	Regulación de la altura de la mesa donde se succiona la botella con la línea de entrada de los aéreos	0:04:14	0:03:47	0:04:02	0:04:50	0:04:47
12	Ajuste de separadores en posicionador	0:05:57	0:06:21	0:05:49	0:06:30	0:05:56
13	Colocación de formatos grandes en el posicionador	0:08:57	0:08:12	0:07:34	0:08:34	0:07:50
14	Verificación de funcionamiento	0:02:13	0:02:00	0:03:01	0:02:45	0:02:01

En total, el tiempo promedio que se tarda el operario en cambiar de formatos en el posicionador es de 1 una hora con 30 minutos y 11 segundos.

A continuación, se procede a realizar la valoración del trabajo y adicionar suplementos que son importantes al momento de realizar cualquier tarea.

### **Cálculo del número de observaciones**

Para determinar si el número de observaciones está correcto, se utilizará el método estadístico. Se identificará cual es la mayor desviación estándar de los datos y se trabajara con esos valores.

En la tabla 3.17 se muestra la desviación estándar mayor y los datos a utilizar.

**Tabla 3.17:** Cálculo de número de observaciones

N°	Descripción de actividades	Tiempo - Formato Número					Desviación Estándar
		T1	T2	T3	T4	T5	
1	Parar máquina	0,05	0,03	0,03	0,05	0,05	0,01
2	Abrir compuerta	1,08	1,00	1,27	0,97	1,07	0,10
3	Sacar los formatos utilizados anteriormente	12,55	13,82	14,12	14,25	14,38	0,66
4	Empacar los formatos sacados	1,50	2,02	1,43	1,08	1,32	0,31
5	Transporte de formatos a bodega	3,63	3,57	3,52	3,23	2,88	0,28
6	Transporte de formatos a utilizar al área del posicionador	2,27	2,05	2,22	3,13	2,23	0,38
7	Colocación de separadores en el posicionador	4,17	5,02	4,15	3,93	3,98	0,39
8	Colocación de acoples en los formatos	28,10	28,03	27,77	29,03	30,90	1,15
9	Colocación de formatos pequeños en el posicionador	9,05	10,15	8,62	9,87	8,52	0,66
10	Extracción y colocación de acoples de succión	4,88	4,02	5,15	5,00	4,47	0,41
11	Regulación de la altura de la mesa donde se succiona la botella con la línea de entrada de los aéreos	4,23	3,78	4,03	4,83	4,78	0,41
12	Ajuste de separadores en posicionador	5,95	6,35	5,82	6,50	5,93	0,27
13	Colocación de formatos grandes en el posicionador	8,95	8,20	7,57	8,57	7,83	0,50
14	Verificación de funcionamiento	2,22	2,00	3,02	2,75	2,02	0,41

### Método estadístico

Los valores resaltados se remplazarán en la formula estadística para determinar el número de observaciones.

#### Datos:

$$n' = 5$$

$$\sum x^2 = 4144,01$$

$$\sum x = 143,83$$

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - \sum(x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

$$n = \left( \frac{40\sqrt{5 * (4144,01) - (143,83)^2}}{143,83} \right)^2$$

$$n = \left( \frac{40\sqrt{(20720) - (20687,06)}}{143,83} \right)^2$$

$$n = \left( \frac{40(5,73)}{143,83} \right)^2$$

$$n = (1,59)^2$$

$$n = 2,5 \approx 3$$

En este caso el número de observaciones correctas es 3.

Dado que el número de observaciones preliminares es mayor, no se aumenta ninguna muestra y se procede a trabajar con las 5 observaciones iniciales que se tiene.

#### Eliminación de datos fuera de Rango

A continuación, se procede a eliminar datos que estén fuera de rango ya que algunos se encuentran muy elevados o disminuidos por desconocimiento o falta de habilidad por parte del trabajador.

En la tabla 3.18 se encuentran resaltados los datos que están fuera del límite superior e inferior.

**Datos fuera de rango**

**Tabla 3.18:** Datos fuera de rango

N°	Descripción de actividades	Tiempo - Formato Número					Promedio	Desv.Est.	LS	LI
		T1	T2	T3	T4	T5				
1	Parar máquina	0,05	0,03	0,03	0,05	0,05	0,04	0,01	0,05	0,04
2	Abrir compuerta	1,08	1,00	1,27	0,97	1,07	1,08	0,10	1,18	0,97
3	Sacar los formatos utilizados anteriormente	12,55	13,82	14,12	14,25	14,38	13,82	0,66	14,49	13,16
4	Empacar los formatos sacados	1,50	2,02	1,43	1,08	1,32	1,47	0,31	1,78	1,16
5	Transporte de formatos a bodega	3,63	3,57	3,52	3,23	2,88	3,37	0,28	3,64	3,09
6	Transporte de formatos a utilizar al área del posicionador	2,27	2,05	2,22	3,13	2,23	2,38	0,38	2,76	2,00
7	Colocación de separadores en el posicionador	4,17	5,02	4,15	3,93	3,98	4,25	0,39	4,64	3,86
8	Colocación de acoples en los formatos	28,10	28,03	27,77	29,03	30,90	28,77	1,15	29,92	27,62
9	Colocación de formatos pequeños en el posicionador	9,05	10,15	8,62	9,87	8,52	9,24	0,66	9,90	8,58
10	Extracción y colocación de acoples de succión	4,88	4,02	5,15	5,00	4,47	4,70	0,41	5,12	4,29
11	Regulación de la altura de la mesa donde se succiona la botella con la línea de entrada de los aéreos	4,23	3,78	4,03	4,83	4,78	4,33	0,41	4,75	3,92
12	Ajuste de separadores en posicionador	5,95	6,35	5,82	6,50	5,93	6,11	0,27	6,38	5,84
13	Colocación de formatos grandes en el posicionador	8,95	8,20	7,57	8,57	7,83	8,22	0,50	8,72	7,73
14	Verificación de funcionamiento	2,22	2,00	3,02	2,75	2,02	2,40	0,41	2,81	1,99

### Reemplazo de datos eliminados

Luego de eliminar los datos fuera de rango, se procede a reemplazarlos por nuevas observaciones que estén dentro del rango. En la tabla 3.19 se muestra los datos con los que vamos a trabajar.

**Tabla 3.19:** Datos reemplazados por valores fuera de rango del posicionador.

N°	Descripción de actividades	Tiempos - Formato Hora				
		T1	T2	T3	T4	T5
1	Parar máquina	0:00:03	0:00:02	0:00:02	0:00:03	0:00:03
2	Abrir compuerta	0:01:05	0:01:00	0:01:05	0:00:58	0:01:04
3	Sacar los formatos utilizados anteriormente	0:13:33	0:13:49	0:14:07	0:14:15	0:14:23
4	Empacar los formatos sacados	0:01:30	0:01:24	0:01:26	0:01:22	0:01:19
5	Transporte de formatos a bodega	0:03:38	0:03:34	0:03:31	0:03:14	0:03:21
6	Transporte de formatos a utilizar al área del posicionador	0:02:16	0:02:03	0:02:13	0:02:15	0:02:14
7	Colocación de separadores en el posicionador	0:04:10	0:04:01	0:04:09	0:03:56	0:03:59
8	Colocación de acoples en los formatos	0:28:06	0:28:02	0:27:46	0:29:02	0:28:54
9	Colocación de formatos pequeños en el posicionador	0:09:03	0:09:09	0:08:37	0:09:52	0:08:50
10	Extracción y colocación de acoples de succión	0:04:53	0:04:43	0:04:55	0:05:00	0:04:28
11	Regulación de la altura de la mesa donde se succiona la botella con la línea de entrada de los aéreos	0:04:14	0:03:47	0:04:02	0:04:50	0:04:47
12	Ajuste de separadores en posicionador	0:05:57	0:05:21	0:05:49	0:05:30	0:05:56
13	Colocación de formatos grandes en el posicionador	0:08:21	0:08:12	0:08:23	0:08:34	0:07:50
14	Verificación de funcionamiento	0:02:13	0:02:00	0:02:31	0:02:45	0:02:01

### Cálculo del promedio por elemento

A continuación procedemos a calcular el promedio por elemento (Te). En la tabla 3.20 se indican los valores dentro de los límites y con el respectivo Tiempo promedio por elemento (Te).

**Tabla 3.20:** Tiempo promedio por elemento

N°	Descripción de actividades	Tiempo - Formato Número					Te
		T1	T2	T3	T4	T5	
1	Parar máquina	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05
2	Abrir compuerta	1,08	1,00	1,08	0,97	1,07	1,04
3	Sacar los formatos utilizados anteriormente	13,55	13,82	14,12	14,25	14,38	14,02
4	Empacar los formatos sacados	1,50	1,40	1,43	1,37	1,32	1,40
5	Transporte de formatos a bodega	3,63	3,57	3,52	3,23	3,35	3,46
6	Transporte de formatos a utilizar al área del posicionador	2,27	2,05	2,22	2,25	2,23	2,20
7	Colocación de separadores en el posicionador	4,17	4,02	4,15	3,93	3,98	4,05
8	Colocación de acoples en los formatos	28,10	28,03	27,77	29,03	28,90	28,37
9	Colocación de formatos pequeños en el posicionador	9,05	9,15	8,62	9,87	8,83	9,10
10	Extracción y colocación de acoples de succión	4,88	4,72	4,92	5,00	4,47	4,80
11	Regulación de la altura de la mesa donde se succiona la botella con la línea de entrada de los aéreos	4,23	3,78	4,03	4,83	4,78	4,33
12	Ajuste de separadores en posicionador	5,95	5,35	5,82	5,50	5,93	5,71
13	Colocación de formatos grandes en el posicionador	8,35	8,20	8,38	8,57	7,83	8,27
14	Verificación de funcionamiento	2,22	2,00	2,52	2,75	2,02	2,30



### Valoración de ritmo de trabajo

La valoración se realizó observando la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia en la que el operador realiza sus actividades. En la tabla 3.21 se detalla la valoración asignada en cada tarea

**Tabla 3.21:** Valoración de ritmo de trabajo

Descripción de actividades	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Suma	Valor atribuido
Parar máquina	0,08	-0,17	0,00	0,01	-8%	92%
Abrir compuerta	0,08	-0,12	0,00	0,01	-3%	97%
Sacar los formatos utilizados anteriormente	0,00	0,02	0,00	0,01	3%	103%
Empacar los formatos sacados	0,08	-0,17	0,00	0,01	-8%	92%
Transporte de formatos a bodega	0,06	0,00	0,00	-0,02	4%	104%
Transporte de formatos a utilizar al área del posicionador	0,06	0,00	0,00	-0,02	4%	104%
Colocación de separadores en el posicionador	0,06	0,02	0,00	0,01	9%	109%
Colocación de acoples en los formatos	0,06	-0,08	0,00	0,01	-1%	99%
Colocación de formatos pequeños en el posicionador	0,08	0,05	0,00	0,01	14%	114%
Extracción y colocación de acoples de succión	0,06	0,00	0,00	0,01	7%	107%
Regulación de la altura de la mesa donde se succiona la botella con la línea de entrada de los aéreos	0,08	-0,12	0,00	0,00	-4%	96%
Ajuste de separadores en posicionador	0,03	0,00	0,00	0,03	6%	106%
Colocación de formatos grandes en el posicionador	0,08	0,02	0,00	0,01	11%	111%
Verificación de funcionamiento	0,03	-0,12	0,00	0,01	-8%	92%

Los mencionados valores atribuidos ayudaran a determinar el tiempo normal.

## Tiempo Normal

La tabla 3.22 muestra el valor atribuido y el Tiempo Normal (Tn).

**Tabla 3.22:** Valor atribuido y tiempo normal

N°	Descripción de actividades	Tiempo - Formato Número					Te	Valor atribuido	Tn
		T1	T2	T3	T4	T5			
1	Parar máquina	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	92%	0,04
2	Abrir compuerta	1,08	1,00	1,08	0,97	1,07	1,04	97%	1,01
3	Sacar los formatos utilizados anteriormente	13,55	13,82	14,12	14,25	14,38	14,02	103%	14,44
4	Empacar los formatos sacados	1,50	1,40	1,43	1,37	1,32	1,40	92%	1,29
5	Transporte de formatos a bodega	3,63	3,57	3,52	3,23	3,35	3,46	104%	3,60
6	Transporte de formatos a utilizar al área del posicionador	2,27	2,05	2,22	2,25	2,23	2,20	104%	2,29
7	Colocación de separadores en el posicionador	4,17	4,02	4,15	3,93	3,98	4,05	109%	4,41
8	Colocación de acoples en los formatos	28,10	28,03	27,77	29,03	28,90	28,37	99%	28,08
9	Colocación de formatos pequeños en el posicionador	9,05	9,15	8,62	9,87	8,83	9,10	114%	10,38
10	Extracción y colocación de acoples de succión	4,88	4,72	4,92	5,00	4,47	4,80	107%	5,13
11	Regulación de la altura de la mesa donde se succiona la botella con la línea de entrada de los aéreos	4,23	3,78	4,03	4,83	4,78	4,33	96%	4,16
12	Ajuste de separadores en posicionador	5,95	5,35	5,82	5,50	5,93	5,71	106%	6,05
13	Colocación de formatos grandes en el posicionador	8,35	8,20	8,38	8,57	7,83	8,27	111%	9,18
14	Verificación de funcionamiento	2,22	2,00	2,52	2,75	2,02	2,30	92%	2,12

Por consecuente, con el Tiempo Normal procedemos a adicionar los suplementos del trabajo y así obtener ya el tiempo estándar.

### Suplementos del trabajo

Los suplementos de trabajo se asignaron observando las condiciones a la que el operador está expuesto. En la tabla 3.23 se indica los suplementos que se adicionará a los tiempos normales de las actividades.

**Tabla 3.23:** Suplementos de trabajo.

Adición de suplementos	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga:	4
Uso de fuerza:	1
Sonido intermitente:	1
Trabajo de pie	2
<b>TOTAL =</b>	<b>0,13</b>

### Género del personal:

Todos los operadores de las máquinas son de género masculino.

**Necesidades personales:** Es un suplemento constante y es obligatorio tomarlo siempre en cuenta.

**Básico por fatiga:** Es un suplemento constante y es obligatorio tomarlo siempre en cuenta.

**Uso de fuerza:** Los operadores utilizan la fuerza para colocar los formatos grandes y pequeños en el posicionador. Estos pesan menos de 5kg.

**Sonido intermitente:** Las maquinas al trabajar con un sistema de aire, provoca sonido intermitente.

**Trabajo a pie:** Todo el cambio de formato lo realizan de pie.

### Tiempo Estándar - Posicionador

En la tabla 3.24 se indica el tiempo estándar de cambio de línea del Posicionador.

**Tabla 3.24:** Tiempo estándar del cambio de línea del Posicionador

N°	Descripción de actividades	Tiempo - Formato Número					Tn	Suplementos del trabajo	Tiempo Estándar	Formato Hora
		T1	T2	T3	T4	T5				
1	Parar máquina	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,13	0,05	0:00:03
2	Abrir compuerta	1,08	1,00	1,08	0,97	1,07	1,01	0,13	1,14	0:01:08
3	Sacar los formatos utilizados anteriormente	13,55	13,82	14,12	14,25	14,38	14,44	0,13	16,32	0:16:19
4	Empacar los formatos sacados	1,50	1,40	1,43	1,37	1,32	1,29	0,13	1,46	0:01:28
5	Transporte de formatos a bodega	3,63	3,57	3,52	3,23	3,35	3,60	0,13	4,07	0:04:04
6	Transporte de formatos a utilizar al área del posicionador	2,27	2,05	2,22	2,25	2,23	2,29	0,13	2,59	0:02:35
7	Colocación de separadores en el posicionador	4,17	4,02	4,15	3,93	3,98	4,41	0,13	4,99	0:04:59
8	Colocación de acoples en los formatos	28,10	28,03	27,77	29,03	28,90	28,08	0,13	31,73	0:31:44
9	Colocación de formatos pequeños en el posicionador	9,05	9,15	8,62	9,87	8,83	10,38	0,13	11,73	0:11:44
10	Extracción y colocación de acoples de succión	4,88	4,72	4,92	5,00	4,47	5,13	0,13	5,80	0:05:48
11	Regulación de la altura de la mesa donde se succiona la botella con la línea de entrada de los aéreos	4,23	3,78	4,03	4,83	4,78	4,16	0,13	4,70	0:04:42
12	Ajuste de separadores en posicionador	5,95	5,35	5,82	5,50	5,93	6,05	0,13	6,84	0:06:50
13	Colocación de formatos grandes en el posicionador	8,35	8,20	8,38	8,57	7,83	9,18	0,13	10,37	0:10:22
14	Verificación de funcionamiento	2,22	2,00	2,52	2,75	2,02	2,12	0,13	2,39	0:02:23
<b>TOTAL</b>									<b>104,17</b>	<b>1:44:10</b>

## Cálculo del Tiempo Estándar de la Empacadora

### Toma de tiempos

Se registro cinco tiempos de cada una de las actividades que conllevan al cambio de formato.

En la tabla 3.25 se muestra la toma de tiempos.

**Tabla 3.25:** Tiempos observados

N°	Descripción de actividades	Tiempos - Formato Hora				
		T1	T2	T3	T4	T5
1	Parar la máquina	0:00:05	0:00:04	0:00:04	0:00:03	0:00:06
2	Cortar el plástico dependiendo el formato	0:00:52	0:00:54	0:00:45	0:00:38	0:00:59
3	Transporte de botellas para calibrar el tamaño	0:04:05	0:05:08	0:03:28	0:04:07	0:03:09
4	Calibrar las guías del ingreso de las botellas	0:09:34	0:08:39	0:08:59	0:09:17	0:08:28
5	Regular la entrada de las botellas	0:03:38	0:02:59	0:03:41	0:03:08	0:03:45
6	Calibrar el sensor de entrada de las botellas	0:03:38	0:02:34	0:03:31	0:03:14	0:02:53
7	Regulación de guías interiores	0:05:16	0:06:03	0:05:13	0:06:08	0:04:14
8	Calibración de la barra guía del plástico de la parte superior.	0:01:52	0:01:21	0:01:45	0:01:23	0:01:29
9	Ajustando el soporte de las botellas	0:00:37	0:00:45	0:00:58	0:00:42	0:00:51
10	Regular las guías de salida de la botella	0:00:51	0:00:55	0:01:02	0:01:00	0:00:59
11	Transporte de rollos plásticos a la empacadora	0:03:28	0:03:10	0:03:40	0:03:45	0:03:24
12	Colocación de plástico en la parte superior e inferior.	0:04:06	0:03:59	0:04:56	0:04:21	0:04:01
13	Verificación del funcionamiento	0:02:18	0:02:05	0:02:07	0:02:45	0:02:01

En total, el tiempo promedio que se tarda el operario en cambiar de formatos en la Empacadora es 39 minutos y 11 segundos.

A continuación, se procede a realizar la valoración del trabajo y adicionar suplementos que son importantes al momento de realizar cualquier tarea.

### Cálculo del número de observaciones

Para determinar si el número de observaciones está correcto, se utilizará el método estadístico. Se identificará cual es la mayor desviación estándar de los datos y se trabajará con esos valores. En la tabla 3.26 se muestra la desviación estándar mayor y los datos a utilizar.

**Tabla 3.26:** Desviación estándar

N°	Descripción de actividades	Tiempos - Formato Hora					Desviación Estándar
		T1	T2	T3	T4	T5	
1	Parar la máquina	0,08	0,07	0,07	0,05	0,10	0,02
2	Cortar el plástico dependiendo el formato	0,87	0,90	0,75	0,63	0,98	0,12
3	Transporte de botellas para calibrar el tamaño	4,72	5,13	4,47	4,87	5,15	0,26
4	Calibrar las guías del ingreso de las botellas	9,35	9,65	9,98	8,90	9,93	0,40
5	Regular la entrada de las botellas	3,63	3,98	3,68	3,13	3,75	0,28
6	Calibrar el sensor de entrada de las botellas	3,32	2,78	3,25	3,23	2,97	0,20
7	Regulación de guías interiores	5,63	6,05	5,67	6,13	5,37	0,28
8	Calibración de la barra guía del plástico de la parte superior.	1,87	1,35	1,75	1,38	1,48	0,21
9	Ajustando el soporte de las botellas	0,62	0,75	0,97	0,70	0,85	0,12
10	Regular las guías de salida de la botella	0,85	0,92	1,03	1,00	0,98	0,07
11	Transporte de rollos plásticos a la empacadora	3,47	3,17	3,67	3,75	3,40	0,21
12	Colocación de plástico en la parte superior e inferior.	4,10	4,65	4,75	4,35	4,27	0,24
13	Verificación del funcionamiento	2,30	2,08	2,12	2,75	2,02	0,27

### Método estadístico

Los valores resaltados se remplazarán en la fórmula estadística para determinar el número de observaciones.

**Datos:**

$$n' = 5$$

$$\sum x^2 = 465,06$$

$$\sum x = 48,20$$

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

$$n = \left( \frac{40\sqrt{5 * (458,09) - (47,83)^2}}{47,82} \right)^2$$

$$n = \left( \frac{40\sqrt{(2290,45) - (2286,75)}}{47,82} \right)^2$$

$$n = \left( \frac{40(1,92)}{47,82} \right)^2$$

$$n = \left( \frac{76,94}{47,82} \right)^2$$

$$n = (1,6)^2$$

$$n = 2,56 \approx 3$$

En este caso el número de observaciones correctas es 3.

Dado que el número de observaciones preliminares es mayor, no se aumenta ninguna muestra y se procede a trabajar con las 5 observaciones iniciales que se tiene.

### Eliminación de datos fuera de Rango

A continuación, se procede a eliminar datos que estén fuera de rango ya que algunos se encuentran muy elevados o disminuidos por desconocimiento o falta de habilidad por parte del trabajador.

Los datos en amarillo que se presentan en la tabla 3.27 son los eliminados.

**Tabla 3.27:** Datos eliminados

N°	Descripción de actividades	Tiempos - Formato Hora					Desviación Estándar	Promedio	LI	LS
		T1	T2	T3	T4	T5				
1	Parar la máquina	0,08	0,07	0,07	0,05	0,10	0,02	0,07	0,06	0,09
2	Cortar el plástico dependiendo el formato	0,87	0,90	0,75	0,63	0,98	0,12	0,83	0,70	0,95
3	Transporte de botellas para calibrar el tamaño	4,72	5,13	4,47	4,87	5,15	0,26	4,87	4,61	5,13
4	Calibrar las guías del ingreso de las botellas	9,35	9,65	9,98	8,90	9,93	0,40	9,56	9,16	9,96
5	Regular la entrada de las botellas	3,63	3,98	3,68	3,13	3,75	0,28	3,64	3,36	3,92
6	Calibrar el sensor de entrada de las botellas	3,32	2,78	3,25	3,23	2,97	0,20	3,11	2,91	3,31
7	Regulación de guías interiores	5,63	6,05	5,67	6,13	5,37	0,28	5,77	5,49	6,05
8	Calibración de la barra guía del plástico de la parte superior.	1,87	1,35	1,75	1,38	1,48	0,21	1,57	1,36	1,77
9	Ajustando el soporte de las botellas	0,62	0,75	0,97	0,70	0,85	0,12	0,78	0,66	0,90
10	Regular las guías de salida de la botella	0,85	0,92	1,03	1,00	0,98	0,07	0,96	0,89	1,02
11	Transporte de rollos plásticos a la empacadora	3,47	3,17	3,67	3,75	3,40	0,21	3,49	3,28	3,70
12	Colocación de plástico en la parte superior e inferior.	4,10	4,65	4,75	4,35	4,27	0,24	4,42	4,18	4,67
13	Verificación del funcionamiento	2,30	2,08	2,12	2,75	2,02	0,27	2,25	1,99	2,52



### Reemplazo de datos eliminados

Luego de eliminar los datos fuera de rango, se procede a reemplazarlos por nuevas observaciones que estén dentro del rango. En la tabla 3.28 se muestra los datos con los que vamos a trabajar.

**Tabla 3.28:** Datos reemplazados por valores fuera de rango de la empacadora.

N°	Descripción de actividades	Tiempos - Formato Hora				
		T1	T2	T3	T4	T5
1	Parar la máquina	0:00:05	0:00:04	0:00:04	0:00:04	0:00:05
2	Cortar el plástico dependiendo el formato	0:00:52	0:00:54	0:00:45	0:00:55	0:00:47
3	Transporte de botellas para calibrar el tamaño	0:04:43	0:05:08	0:04:50	0:04:52	0:05:01
4	Calibrar las guías del ingreso de las botellas	0:09:21	0:09:39	0:09:31	0:09:45	0:09:56
5	Regular la entrada de las botellas	0:03:38	0:03:35	0:03:41	0:03:44	0:03:45
6	Calibrar el sensor de entrada de las botellas	0:03:01	0:02:59	0:03:15	0:03:14	0:02:58
7	Regulación de guías interiores	0:05:38	0:06:03	0:05:40	0:06:00	0:05:52
8	Calibración de la barra guía del plástico de la parte superior.	0:01:32	0:01:27	0:01:45	0:01:23	0:01:29
9	Ajustando el soporte de las botellas	0:00:42	0:00:45	0:00:51	0:00:42	0:00:51
10	Regular las guías de salida de la botella	0:00:56	0:00:55	0:00:57	0:01:00	0:00:59
11	Transporte de rollos plásticos a la empacadora	0:03:28	0:03:21	0:03:40	0:03:33	0:03:24
12	Colocación de plástico en la parte superior e inferior.	0:04:26	0:04:39	0:04:41	0:04:21	0:04:16
13	Verificación del funcionamiento	0:02:18	0:02:05	0:02:07	0:02:45	0:02:11

### Cálculo del promedio por elemento

A continuación procedemos a calcular el promedio por elemento (Te). En la tabla 3.29 se indican los valores dentro de los límites y con el respectivo Tiempo promedio por elemento (Te).

**Tabla 3.29:** Tiempo promedio por elemento

Nº	Descripción de actividades	Tiempos - Formato Hora					Te
		T1	T2	T3	T4	T5	
1	Parar la máquina	0,08	0,07	0,07	0,06	0,08	0,07
2	Cortar el plástico dependiendo el formato	0,87	0,90	0,75	0,92	0,78	0,84
3	Transporte de botellas para calibrar el tamaño	4,72	5,13	4,83	4,87	5,02	4,91
4	Calibrar las guías del ingreso de las botellas	9,35	9,65	9,52	9,75	9,93	9,64
5	Regular la entrada de las botellas	3,63	3,58	3,68	3,73	3,75	3,68
6	Calibrar el sensor de entrada de las botellas	3,02	2,98	3,25	3,23	2,97	3,09
7	Regulación de guías interiores	5,63	6,05	5,67	6,00	5,87	5,84
8	Calibración de la barra guía del plástico de la parte superior.	1,53	1,45	1,75	1,38	1,48	1,52
9	Ajustando el soporte de las botellas	0,70	0,75	0,85	0,70	0,85	0,77
10	Regular las guías de salida de la botella	0,93	0,92	0,95	1,00	0,98	0,96
11	Transporte de rollos plásticos a la empacadora	3,47	3,35	3,67	3,55	3,40	3,49
12	Colocación de plástico en la parte superior e inferior.	4,43	4,65	4,68	4,35	4,27	4,48
13	Verificación del funcionamiento	2,30	2,08	2,12	2,75	2,18	2,29

### Valoración de ritmo de trabajo

La valoración se realizó observando la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia en la que el operador realiza sus actividades. En la tabla 3.30 se detalla la valoración asignada en cada tarea.

**Tabla 3.30:** Valoración de ritmo de trabajo

Descripción de actividades	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Suma	Valor atribuido
Parar la máquina	0,08	0,02	0,00	0,01	11%	111%
Cortar el plástico dependiendo el formato	0,08	0,02	0,00	0,01	11%	111%
Transporte de botellas para calibrar el tamaño	0,08	-0,08	0,00	0,01	1%	101%
Calibrar las guías del ingreso de las botellas	0,08	-0,08	0,00	0,01	1%	101%
Regular la entrada de las botellas	0,08	-0,17	0,00	0,01	-8%	92%
Calibrar el sensor de entrada de las botellas	0,08	0,02	0,00	0,01	11%	111%
Regulación de guías interiores	0,08	0,02	0,00	0,00	10%	110%
Calibración de la barra guía del plástico de la parte superior.	0,08	0,02	0,00	0,00	10%	110%
Ajustando el soporte de las botellas	0,08	-0,17	0,00	0,01	-8%	92%
Regular las guías de salida de la botella	0,08	-0,08	0,00	0,01	1%	101%
Transporte de rollos plásticos a la empacadora	0,08	0,02	0,00	0,01	11%	111%
Colocación de plástico en la parte superior e inferior.	0,08	0,02	0,00	0,01	11%	111%
Verificación del funcionamiento	0,08	0,02	0,00	0,01	11%	111%

Los valores atribuidos ayudaran a determinar el tiempo normal. A continuación, se procede al cálculo del Tiempo normal (Tn).

## Tiempo Normal

La tabla 3.31 muestra el valor atribuido y el Tiempo Normal (Tn).

**Tabla 3.31:** Valor atribuido y tiempo normal

N°	Descripción de actividades	Tiempos - Formato Hora				Te	Valor atribuido	Tn
		T1	T2	T3	T4			
1	Parar la máquina	0,08	0,07	0,07		0,07	111%	0,08
2	Cortar el plástico dependiendo el formato	0,87	0,90	0,75		0,84	111%	0,93
3	Transporte de botellas para calibrar el tamaño	4,72	5,13	4,87		4,91	101%	4,95
4	Calibrar las guías del ingreso de las botellas	9,35	9,65	9,93		9,64	101%	9,74
5	Regular la entrada de las botellas	3,63	3,68	3,75		3,69	92%	3,39
6	Calibrar el sensor de entrada de las botellas	3,25	3,23	2,97		3,15	111%	3,50
7	Regulación de guías interiores	5,63	6,05	5,67		5,78	110%	6,36
8	Calibración de la barra guía del plástico de la parte superior.	1,75	1,38	1,48		1,54	110%	1,69
9	Ajustando el soporte de las botellas	0,75	0,70	0,85		0,77	92%	0,71
10	Regular las guías de salida de la botella	0,92	1,00	0,98		0,97	101%	0,98
11	Transporte de rollos plásticos a la empacadora	3,47	3,67	3,40		3,51	111%	3,90
12	Colocación de plástico en la parte superior e inferior.	4,65	4,35	4,27		4,42	111%	4,91
13	Verificación del funcionamiento	2,30	2,08	2,12	2,02	2,13	111%	2,36

### Suplementos del trabajo

Los suplementos de trabajo se asignaron observando las condiciones a la que el operador está expuesto. En la tabla 3.32 se indica los suplementos que se adicionará a los tiempos normales de las actividades.

**Tabla 3.32:** Suplementos de trabajo.

Adición de suplementos	
Necesidades personales	5
Básico por fatiga:	4
Uso de fuerza:	1
Sonido intermitente:	1
Trabajo de pie	2
<b>TOTAL =</b>	<b>0,13</b>

#### **Género del personal:**

Todos los operadores de las máquinas son de género masculino.

**Necesidades personales:** Es un suplemento constante y es obligatorio tomarlo siempre en cuenta.

**Básico por fatiga:** Es un suplemento constante y es obligatorio tomarlo siempre en cuenta.

**Uso de fuerza:** Los operadores utilizan la fuerza para colocar los formatos grandes y pequeños en el posicionador. Estos pesan menos de 5kg.

**Sonido intermitente:** Las maquinas al trabajar con un sistema de aire, provoca sonido intermitente.

**Trabajo a pie:** Todo el cambio de formato lo realizan de pie.

## Tiempo Estándar

En la tabla 3.33 se indica el tiempo estándar de cambio de línea de la Empacadora.

**Tabla 3.33:** Tiempo estándar de cambio de línea de la Empacadora

N°	Descripción de actividades	Tiempo - Formato Número					Tn	Suplementos del trabajo	Tiempo Estándar	Tiempo Estándar Formato Hora
		T1	T2	T3	T4	T5				
1	Parar la máquina	0,08	0,07	0,07	0,06	0,08	0,08	0,13	0,09	0:00:05
2	Cortar el plástico dependiendo el formato	0,87	0,90	0,75	0,92	0,78	0,94	0,13	1,06	0:01:03
3	Transporte de botellas para calibrar el tamaño	4,72	5,13	4,83	4,87	5,02	4,96	0,13	5,61	0:05:36
4	Calibrar las guías del ingreso de las botellas	9,35	9,65	9,52	9,75	9,93	9,74	0,13	11,00	0:11:00
5	Regular la entrada de las botellas	3,63	3,58	3,68	3,73	3,75	3,38	0,13	3,82	0:03:49
6	Calibrar el sensor de entrada de las botellas	3,02	2,98	3,25	3,23	2,97	3,43	0,13	3,88	0:03:53
7	Regulación de guías interiores	5,63	6,05	5,67	6,00	5,87	6,43	0,13	7,26	0:07:16
8	Calibración de la barra guía del plástico de la parte superior.	1,53	1,45	1,75	1,38	1,48	1,67	0,13	1,89	0:01:53
9	Ajustando el soporte de las botellas	0,70	0,75	0,85	0,70	0,85	0,71	0,13	0,80	0:00:48
10	Regular las guías de salida de la botella	0,93	0,92	0,95	1,00	0,98	0,97	0,13	1,09	0:01:06
11	Transporte de rollos plásticos a la empacadora	3,47	3,35	3,67	3,55	3,40	3,87	0,13	4,37	0:04:22
12	Colocación de plástico en la parte superior e inferior.	4,43	4,65	4,68	4,35	4,27	4,97	0,13	5,62	0:05:37
13	Verificación del funcionamiento	2,30	2,08	2,12	2,75	2,18	2,54	0,13	2,87	0:02:52
<b>TOTAL</b>									<b>49,36</b>	<b>0:49:21</b>

### 3.2.14 Objetivo Específico 3

- Aplicar la metodología SMED para reducir el tiempo en los cambios de formatos en la línea Pet MESAL.

#### Aplicación de Metodología SMED para el Posicionador

**Etapa 1:** Determinar las actividades de cambio de línea en cada una de las máquinas.

**Etapa 2:** Identificar si las actividades son internas o externas, para luego analizarlas e identificar cuales se pueden cambiar o mejorar. En la tabla 3.34 se expone las actividades.

**Tabla 3.34:** Aplicación de la metodología SMED – Posicionador

N°	Descripción de actividades	Tiempo Estándar (min)	Actividades Interna/Externa
1	Parar máquina	0,05	I
2	Abrir compuerta	1,14	I
3	Sacar los formatos utilizados anteriormente	16,32	I
4	Empacar los formatos sacados	1,46	I
5	Transporte de formatos a bodega	4,07	I
6	Transporte de formatos a utilizar al área del posicionador	2,59	I
7	Colocación de separadores en el posicionador	4,99	I
8	Colocación de acoples en los formatos	31,73	I
9	Colocación de formatos pequeños en el posicionador	11,73	I
10	Extracción y colocación de acoples de succión	5,80	I
11	Regulación de la altura de la mesa donde se succiona la botella con la línea de entrada de los aéreos	4,70	I
12	Ajuste de separadores en posicionador	6,84	I
13	Colocación de formatos grandes en el posicionador	10,37	I
14	Verificación de funcionamiento	2,39	I
		104,17	
		<b>Formato hora</b>	
		1:44:10	

**Etapa 3:** Cambiar las actividades que se puedan de internas a externas.

**Tabla 3.35:** Actividades internas y externas

N°	Descripción de actividades	Tiempo Estándar (min)	Actividades Interna/Externa	Conversión de actividades
1	Parar máquina	0,05	I	I
2	Abrir compuerta	1,14	I	I
3	Sacar los formatos utilizados anteriormente	16,32	I	I
4	Empacar los formatos sacados	1,46	I	I
5	Transporte de formatos a bodega	4,07	I	I
6	Transporte de formatos a utilizar al área del posicionador	2,59	I	E
7	Colocación de separadores en el posicionador	4,99	I	I
8	Colocación de acoples en los formatos	31,73	I	E
9	Colocación de formatos pequeños en el posicionador	11,73	I	I
10	Extracción y colocación de acoples de succión	5,80	I	I
11	Regulación de la altura de la mesa donde se succiona la botella con la línea de entrada de los aéreos	4,70	I	I
12	Ajuste de separadores en posicionador	6,84	I	I
13	Colocación de formatos grandes en el posicionador	10,37	I	I
14	Verificación de funcionamiento	2,39	I	I

104,17

**Formato hora**

1:44:10



Las actividades que se pueden convertir de internas a externas son:

N°	Actividades eliminadas	Tiempo Estándar (min)	Tiempo propuesto (min)
6	Transporte de formatos a utilizar al área del posicionador	2,59	0,00
8	Colocación de acoples en los formatos	31,73	0,00

**Etapa 4:** Mejorar las actividades.

**Tabla 3.36:** Mejora de actividades

N°	Descripción de actividades	Tiempo Estándar (min)	Actividades Interna/Externa	Conversión de actividades	Tiempo Mejorado (min)
1	Parar máquina	0,05	I	I	0,05
2	Abrir compuerta	1,14	I	I	1,14
3	Sacar los formatos utilizados anteriormente	16,32	I	I	16,32
4	Empacar los formatos sacados	1,46	I	I	1,46
5	Transporte de formatos a bodega	4,07	I	I	4,07
6	Transporte de formatos a utilizar al área del posicionador	2,59	I	E	0,00
7	Colocación de separadores en el posicionador	4,99	I	I	4,99
8	Colocación de acoples en los formatos	31,73	I	E	0,00
9	Colocación de formatos pequeños en el posicionador	11,73	I	I	11,73
10	Extracción y colocación de acoples de succión	5,80	I	I	5,80
11	Regulación de la altura de la mesa donde se succiona la botella con la línea de entrada de los aéreos	4,70	I	I	4,70
12	Ajuste de separadores en posicionador	6,84	I	I	6,84
13	Colocación de formatos grandes en el posicionador	10,37	I	I	10,37
14	Verificación de funcionamiento	2,39	I	I	2,39
		104,17			69,85
		<b>Formato hora</b>			<b>Formato hora</b>
		1:44:10			1:09:51

## Tiempo mejorado

En la tabla 3.37 se muestra el tiempo que se logró mejorar gracias al a herramienta SMED.

**Tabla 3.37:** Mejora de tiempo con SMED

Tiempo Estándar (Formato Hora)	Tiempo Mejorado (Formato Hora)	Diferencia de tiempo
1:44:10	1:09:51	<b>0:34:19</b>

## Aplicación de Metodología SMED para la Empacadora

**Etapa 1:** Determinar las actividades de cambio de línea en cada una de las máquinas.

**Etapa 2:** Identificar si las actividades son internas o externas, para luego analizarlas e identificar cuales se pueden cambiar o mejorar. En la tabla 3.38 se expone las actividades.

**Tabla 3.38:** Aplicación de la metodología SMED – Empacadora

N°	Descripción de actividades	Tiempo Estándar (min)	Actividades Interna/Externa
1	Parar la máquina	0,09	I
2	Cortar el plástico dependiendo el formato	1,06	I
3	Transporte de botellas para calibrar el tamaño	5,61	I
4	Calibrar las guías del ingreso de las botellas	11,00	I
5	Regular la entrada de las botellas	3,82	I
6	Calibrar el sensor de entrada de las botellas	3,88	I
7	Regulación de guías interiores	7,26	I
8	Calibración de la barra guía del plástico de la parte superior.	1,89	I
9	Ajustando el soporte de las botellas	0,80	I
10	Regular las guías de salida de la botella	1,09	I
11	Transporte de rollos plásticos a la empacadora	4,37	I
12	Colocación de plástico en la parte superior e inferior.	5,62	I
13	Verificación del funcionamiento	2,87	I
		49,36	

Formato hora
0:49:21

**Etapa 3:** Cambiar las actividades que se puedan de internas a externas.

**Tabla 3.39:** Actividades internas y externas

N°	Descripción de actividades	Tiempo Estándar (min)	Actividades Interna/Externa	Conversión de actividades
1	Parar la máquina	0,09	I	I
2	Cortar el plástico dependiendo el formato	1,06	I	I
3	Transporte de botellas para calibrar el tamaño	5,61	I	E
4	Calibrar las guías del ingreso de las botellas	11,00	I	I
5	Regular la entrada de las botellas	3,82	I	I
6	Calibrar el sensor de entrada de las botellas	3,88	I	I
7	Regulación de guías interiores	7,26	I	I
8	Calibración de la barra guía del plástico de la parte superior.	1,89	I	I
9	Ajustando el soporte de las botellas	0,80	I	I
10	Regular las guías de salida de la botella	1,09	I	I
11	Transporte de rollos plásticos a la empacadora	4,37	I	E
12	Colocación de plástico en la parte superior e inferior.	5,62	I	I
13	Verificación del funcionamiento	2,87	I	I
		49,36		

**Formato hora**

0:49:21

Las actividades que se pueden transformar de internas a externas son:

N°	Descripción de actividades	Tiempo Estándar (min)	Actividades Interna/Externa	Conversión de actividades	Tiempo Mejorado (min)
3	Transporte de botellas para calibrar el tamaño	5,61	I	E	0,00
11	Transporte de rollos plásticos a la empacadora	4,37	I	E	0,00

**Etapa 4:** Mejorar las actividades.

**Tabla 3.40:** Mejora de actividades

N <sup>o</sup>	Descripción de actividades	Tiempo Estándar (min)	Actividades Interna/Externa	Conversión de actividades	Tiempo Mejorado (min)
1	Parar la máquina	0,09	I	I	0,09
2	Cortar el plástico dependiendo el formato	1,06	I	I	1,06
3	Transporte de botellas para calibrar el tamaño	5,61	I	E	0,00
4	Calibrar las guías del ingreso de las botellas	11,00	I	I	11,00
5	Regular la entrada de las botellas	3,82	I	I	3,82
6	Calibrar el sensor de entrada de las botellas	3,88	I	I	3,88
7	Regulación de guías interiores	7,26	I	I	7,26
8	Calibración de la barra guía del plástico de la parte superior.	1,89	I	I	1,89
9	Ajustando el soporte de las botellas	0,80	I	I	0,80
10	Regular las guías de salida de la botella	1,09	I	I	1,09
11	Transporte de rollos plásticos a la empacadora	4,37	I	E	0,00
12	Colocación de plástico en la parte superior e inferior.	5,62	I	I	5,62
13	Verificación del funcionamiento	2,87	I	I	2,87
		49,36			39,38
		<b>Formato hora</b>			<b>Formato hora</b>
		0:49:21			0:39:23

**Tiempo Mejorado**

En la tabla 3.41 se muestra el tiempo que se logró mejorar gracias al a herramienta SMED.

**Tabla 3.41:** Mejora de tiempo con SMED

Tiempo Estándar (Formato Hora)	Tiempo Mejorado (Formato Hora)	Diferencia de tiempo (Formato Hora)
0:49:21	0:39:23	0:09:59

### Propuesta de mejora para el posicionador

Después de realizar el estudio de tiempos y mejorarlos con la herramienta SMED, se propone que las actividades de la tabla 3.42 se realicen cuando la producción este por terminar y así se reduce a cero el tiempo de estas tareas.

**Tabla 3.42:** Actividades eliminadas - Posicionador

	Actividades eliminadas	Tiempo Estándar (min)	Tiempo propuesto (min)
6	Transporte de formatos a utilizar al área del posicionador	2,59	0,00
8	Colocación de acoples en los formatos	31,73	0,00



Al observar las actividades que realizan los operadores para cambiar los formatos, se identificó varios inconvenientes que causan la pérdida de tiempo. A continuación, en la tabla 3.43 se menciona estos problemas y la propuesta de mejora.

**Tabla 3.43:** Propuesta de mejora - Posicionador

Problema	Propuesta de Mejora (Actividades internas)
Formatos en desorden	Colocar los formatos sacados de forma ordenada en el palet para que cuando se requiera volver a utilizarlos no perder tiempo en buscar cada uno.
Formatos en mal estado	Dar mantenimiento a los formatos grandes, ya que algunos se encuentran doblados o desoldados, esto hace que no entren de manera fácil en el posicionador y los operadores tienen que martillar o aplicar fuerza para colocarlos. Esto causa pérdida de tiempo.

Por consiguiente, aplicando la mejora, el nuevo proceso de cambio de formato del posicionador se muestra en la figura 3.17.

**Figura 3.17:** Diagrama Analítico del posicionador mejorado

		<b>FUENTES " SAN FELIPE" S.A</b>							
<b>DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS</b>									
<b>UBICACIÓN:</b> Línea Mesal <b>ACTIVIDAD:</b> Cambio de formato - Posicionador <b>FECHA:</b> 27/6/2023 <b>OPERADOR:</b> <b>ANALISTA:</b> Grupo de trabajo				<b>RESUMEN</b>					
				Evento	Presente	Propuesto	Ahorros		
				Operación	10				
				Transporte	1				
				Demora	-				
				Inspección	1				
				Almacenamiento	-				
				Combinada	1				
				Tiempo (min)	1:09:51				
				Distancia (m )	15				
Descripción de actividades	<b>Símbolo</b>						Distancia (m)	Tiempo (Formato Hora)	Observaciones
	●	➔	◐	■	▼	⊙			
1. Parar máquina	x							0:00:03	
2. Abrir compuerta	x							0:01:08	
3. Sacar los formatos utilizados anteriormente	x							0:16:19	
4. Empacar los formatos sacados	x							0:01:28	
5. Transporte de formatos a bodega		x					15	0:04:04	
6. Colocación de separadores en el posicionador	x							0:04:59	
7. Colocación de formatos pequeños en el posicionador	x							0:11:44	
8. Extracción y colocación de acoples de succión						x		0:05:48	
9. Regulación de la altura de la mesa donde se succiona la botella con la línea de entrada de los aéreos	x							0:04:42	
10. Ajuste de separadores en posicionador	x							0:06:50	
11. Colocación de formatos grandes en el posicionador	x							0:10:22	
12. Verificación de funcionamiento					x			0:02:23	
<b>TOTAL</b>							<b>15</b>	<b>1:09:51</b>	

### Propuesta de mejora para la Empaquetadora

Después de realizar el estudio de tiempos y mejorarlos con la herramienta SMED, se propone que las actividades de la tabla 3.44 se realicen cuando la producción este por terminar y así se reduce a cero el tiempo de estas tareas.

**Tabla 3.44:** Actividades eliminadas - Empacadora



N°	Descripción de actividades	Tiempo Estándar (min)	Tiempo mejorado
3	Transporte de botellas para calibrar el tamaño	5,61	0,00
11	Transporte de rollos plásticos a la empacadora	4,37	0,00

Al observar las actividades que realizan los operadores para cambiar los formatos, se identificó varios inconvenientes que causan la pérdida de tiempo. A continuación, en la tabla 3.45 se menciona estos problemas y la propuesta de mejora.

**Tabla 3.45:** Propuesta de mejora - Empacadora

Problema	Propuesta de Mejora (Actividades internas)
<b>Falta de señalética</b>	Colocar señalética para cada una de las diferentes presentaciones de envase a fin de solo aflojar y ajustar tornillos en las marcas. Y así no tener que estar regulando con las diferentes botellas de presentación.
<b>Herramientas lejos del operador</b>	Tomar todas las herramientas necesarias al momento de subir a la parte superior de la empacadora con esto el operador no tendrá que bajar a cada momento a buscar la herramienta necesaria.

Por consiguiente, aplicando la mejora, el nuevo proceso de cambio de formato de la Empacadora se muestra en la figura 3.18.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>		<b>FUENTES " SAN FELIPE" S.A</b>							
<b>DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS</b>									
<b>UBICACIÓN:</b> Línea Mesal <b>ACTIVIDAD:</b> Cambio de formato - Empacadora <b>FECHA:</b> 27/6/2023 <b>OPERADOR:</b> <span style="float: right;"><b>ANALISTA:</b> Grupo de trabajo</span> <b>Método</b> <span style="margin-left: 20px;">Presente</span> <span style="margin-left: 20px;">Propuesto</span> <b>Tipo</b> <span style="margin-left: 20px;">Trabajador</span> <span style="margin-left: 20px;">Material</span> <span style="margin-left: 20px;">Máquina</span> <b>Comentario:</b>				<b>RESUMEN</b>					
				Evento	Presente	Propuesto	Ahorros		
				Operación	10				
				Transporte	0				
				Demora	-				
				Inspección	1				
				Almacenamiento	-				
				Combinada	-				
				Tiempo (min)	0:39:23				
				Distancia (m )	0				
Descripción de actividades	Símbolo						Distancia (m)	Tiempo (Formato Hora)	Observaciones
	○	➡	◐	◑	▽	◉			
1. Parar la máquina	X						0:00:05		
2. Cortar el plástico dependiendo el formato	X						0:01:03		
3. Calibrar las guías del ingreso de las botellas	X						0:11:00		
4. Regular la entrada de las botellas	X						0:03:49		
5. Calibrar el sensor de entrada de las botellas	X						0:03:53		
6. Regulación de guías interiores	X						0:07:16		
7. Calibración de la barra guía del plástico de la parte superior.	X						0:01:53		
8. Ajustando el soporte de las botellas	X						0:00:48		
9. Regular las guías de salida de la botella	X						0:01:06		
10. Colocación de plástico en la parte superior e inferior.	X						0:05:37		
11. Verificación del funcionamiento				X			0:02:52		
<b>TOTAL</b>								0:39:23	

**Figura 3.18:** Diagrama Analítico de la Empacadora mejorado



### 3.2.15 Comprobación de la Hipótesis

**Hipótesis:** Se logrará la optimización de productividad en la línea Pet Mesal en la empresa Fuentes San Felipe S.A con la aplicación de la herramienta SMED.

#### Tiempo reducido

Se tomará en cuenta el tiempo mejorado del Posicionador ya que el tiempo de cambio de línea de la Empacadora no tiene impacto por la razón de que se realizan las actividades en paralelo y estos tiempos son menores que el Posicionador. Entonces el tiempo reducido se muestra en la tabla 3.46.

**Tabla 3.46:** Tiempo reducido

Tiempo Estándar (Formato Hora)	Tiempo Mejorado (Formato Hora)	Diferencia de tiempo
1:39:44	1:07:05	0:32:39

#### Productividad

En la tabla 3.47 se muestra la productividad aumentada gracias al estudio realizado.

**Tabla 3.47:** Productividad

		Horas de producción	Unidades producidas
Tiempo Estándar	Días con cambio de línea	6:20:16	38.058
Tiempo Optimizado	Días con cambio de línea	6:52:55	41.326

Aplicando la fórmula de la productividad se obtiene que:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Produccion mejorada} - \text{Produccion actual}}{\text{Produccion actual}} \cdot 100\%$$

$$\text{Productividad} = \frac{41.326 - 38.058}{38.058} \cdot 100\%$$

$$\text{Productividad} = 9\%$$

Se aumento la productividad en un 9%.

### **3.3 EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA**

#### **3.3.1 Evaluación técnica**

El presente proyecto tiene gran importancia en la empresa Fuentes San Felipe, gracias a que se cumplió el objetivo de aumentar la productividad eliminando actividades que se pueden realizar mientras las máquinas están encendidas y produciendo, por consecuente también se reducirá el tiempo. Anteriormente cuando tenían que realizar cambio de formatos producían 38.058 unidades del producto FRUM de manzana de 300 ml al día, con la reducción de tiempo la empresa puede producir 41.326 unidades al día, aumentando así su producción y con esto los ingresos de la empresa, teniendo así mayor capacidad de respuesta ante el cambio de preferencia del cliente.

#### **3.3.2 Evaluación social**

Con el aumento de la productividad la empresa mejorara sus ventas y con esto los ingresos económicos, entonces se puede implementar un aumento en la remuneración de los trabajadores motivándolos así a seguir manteniendo y mejorando su rendimiento. Además de mejorar el ambiente de trabajo minimizando la presión y el estrés asociados con los cambios de producción, aumentando su motivación y satisfacción del trabajo.

#### **3.3.3. Evaluación económica**

El proyecto beneficiará económicamente a la empresa ya que el tiempo de producción aumentará, esto quiere decir que se tendrá más productos terminados en el día a comparación de lo que se producía anteriormente. Por consecuente los ingresos también aumentaran. Además ayudara a adaptarse a las demandas de productos que el cliente requiera compitiendo así con las demás empresas.

## **4. CONCLUSIONES DEL PROYECTO**

### **4.1 CONCLUSIONES**

- Los diagramas de procesos y tablas de Excel ayudaron satisfactoriamente con el análisis de actividades y tiempos en el cambio de línea, haciendo que el proceso sea más ordenado y entendible, sumando un total de 14 actividades que conllevan el cambio de formatos en el Posicionador y un total de 13 actividades para la Empaquetadora.
- Gracias a la Ingeniería de Métodos se determinó el tiempo estándar en el que se tardan los operadores para cambiar de formatos en las máquinas. El tiempo que tardaban en cambiar de formatos en el posicionar es de 1 hora con 39 minutos y 58 segundos, para la empaquetadora el tiempo es de 46 minutos con 59 segundos. También se logró identificar inconvenientes por parte de los operadores y las máquinas que se presentaban al momento de ejecutar las actividades.
- La implementación de la metodología SMED demostró ser una herramienta muy importante al momento de reducir tiempos en cambios de línea. Permitted conocer a detalle las actividades internas y externas del proceso. Y con esto se eliminó varias actividades para reducir el tiempo. Por parte del posicionador las actividades se redujeron de 14 a 12, es decir que se eliminaron 2 y para la empaquetadora la reducción fue de 13 a 11 actividades, igualmente la eliminación fue de 2 tareas. Por consiguiente el tiempo que se logró reducir en el Posicionador fue de 32 minutos con 39 segundos y en la Empaquetadora fue de 9 minutos y 34 segundos, aumentando así la productividad de la empresa en un 9%.

### **4.2 RECOMENDACIONES**

- Proporcionar una formación adecuada a los empleados que trabajan en la línea PET "MESAL", específicamente en el proceso de cambio de formatos, ya que un personal bien capacitado tendrá un mejor desempeño y estará más familiarizado con las mejores prácticas para el proceso y con esto optimizar la productividad.
- Realizar un mantenimiento preventivo regular en la maquinaria y equipos utilizados en la línea PET "MESAL", debido a que se observó varios daños en las máquinas que causaban el paro de producción, esto trae como consecuencia un retraso en la producción. Se debe tener en cuenta que un buen mantenimiento puede reducir las interrupciones no planificadas y mantener la línea en funcionamiento de manera más constante.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] D. Jacome Tonato y H. Robles Carrera, ESTUDIO DE PROCESOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi, 2021.
- [2] K. Acuña Silva y A. Guarniz Colqui, Estudio de Tiempos y Movimientos para aumentar la Productividad en, Trujillo: Universidad César Vallejo, 2020.
- [3] S. Huaman y C. Mamani , Incremento de la Productividad en el Área de Envasado de la, Lima: Universidad César Vallejo, 2022.
- [4] A. Pesillo Montilla, PROPUESTA DE ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA LA, Cali: Universidad Antonio Nariño, 2021.
- [5] M. Pradenas Salas, Optimización de tareas en un cambio de formato para líneas productivas mediante la implementación de la herramienta SMED y metodologías de gestión, Concepción: Universidad de Concepción, 2022.
- [6] E. Insignia, «I blog el insignia,» Insignia, 6 Noviembre 2016. [En línea]. Available: <https://elinsignia.com/2016/11/06/optimizacion-la-produccion-2/>. [Último acceso: 8 Junio 2023].
- [7] B. S. López, «Ingeniería Industrial online.com,» Bryan Salazar López, 25 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/que-es-el-estudio-de-tiempos/>. [Último acceso: 8 Julio 2023].
- [8] L. C. Palacios, Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos (2a. ed.), Bogotá: Ecoe Ediciones, 2016.
- [9] B. S. López, «Ingeniería Industrial.com,» Jueves Julio 2023. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/que-es-el-estudio-de-tiempos/>. [Último acceso: 30 Julio 2023].
- [10] R. Sanchis Gisbert, Diagramación de procesos., Valencia: Universidad Técnica de Valencia, 2020.
- [11] D. F. Betancourt, «Ingenioempresa,» 09 Julio 2016. [En línea]. Available: <https://www.ingenioempresa.com/cursograma/>. [Último acceso: 30 Julio 2023].
- [12] V. Yépez Piqueras, «Victor Yepez,» 7 Junio 2021. [En línea]. Available: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2021/06/07/diagramas-de-proceso/>. [Último acceso: 28 Marzo 2023].

- [13] DashBoard, «Tu DashBoard,» 24 Junio 2020. [En línea]. Available: <https://tudashboard.com/medicion-del-trabajo/>. [Último acceso: 28 Marzo 2023].
- [14] DashBoard, «Tu DashBoard,» 24 Junio 2020. [En línea]. Available: <https://tudashboard.com/medicion-del-trabajo/>. [Último acceso: 28 Marzo 2023].
- [15] «La web del Ingeniero Industrial,» Estudio de Tiempos: Valoración del Ritmo del Trabajo, 13 Agosto 2016. [En línea].
- [16] S. B. Lopez, «Ingenieria Industrial online.com,» Suplementos del estudio de tiempos, 28 Julio 2019. [En línea].
- [17] C. Lopez, «gestiopolis,» 11 Julio 2020. [En línea]. Available: <https://www.gestiopolis.com/el-estudio-de-tiempos-y-movimientos/>.
- [18] A. C.-. Fernando, Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, 2015.
- [19] I. I. y. Educacion, Procedimiento para medir el trabajo.



## ANEXOS

### ANEXO I: Informe anti-plagio del proyecto de investigación

<b>Facultad:</b>	Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Industrial
<b>Nombre del docente evaluador que emite el informe:</b>	Ing. MSc. Cristian Xavier Espín Beltrán
<b>Documento evaluado:</b>	Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial.
<b>Autores del documento:</b>	Soledispa Pazmiño Johanna Valeria Travez Alvarez Kevin Ismael
<b>Programa de similitud utilizado:</b>	Programa COMPILATIO
<b>Porcentaje de similitud según el programa utilizado:</b>	2%
<b>Observaciones:</b> Calificación de originalidad atendiendo a los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none"><li>• El documento cumple criterio de originalidad, sin observaciones.</li><li>• El documento cumple con criterios de originalidad, con observaciones.</li><li>• El documento no cumple criterios de originalidad.</li></ul>	-X- ---- ----
<b>Fecha de realización del informe:</b>	16/08/2023
<b>Captura de pantalla del documento analizado:</b>	<p>Tesis_Soledispa Johanna_Travez Kevin_Optimizacion en la productividad de la linea Pet Mesal de la empresa Fuentes San Felipe</p> <p>Nombre del documento: Tesis_Soledispa Johanna_Travez Kevin_Optimizacion en la productividad de la linea Pet Mesal de la empresa Fuentes San Felipe.docx ID del documento: 1c74276379ceebc2caa12960ec12f82ad1879817 Tamaño del documento original: 1,62 MB</p> <p>Depositante: CRISTIAN XAVIER ESPIN BELTRAN Fecha de depósito: 16/8/2023 Tipo de carga: Interface fecha de fin de análisis: 16/8/2023</p> <p>Número de palabras: 17.924 Número de caracteres: 117.021</p>
 <hr/> <b>Ing. MSc. Tello Córdor Ángel Marcelo</b> <b>Tutor del Proyecto de Investigación</b>	





# Tesis\_Soledispa Johanna\_Travez Kevin\_Optimizacion en la productividad de la linea Pet Mesal de la empresa Fuentes San Felipe

2%  
Similitudes

< 1% Texto entre comillas  
0% similitudes entre comillas  
3% Idioma no reconocido

Nombre del documento: Tesis\_Soledispa Johanna\_Travez Kevin\_Optimizacion en la productividad de la linea Pet Mesal de la empresa Fuentes San Felipe.docx  
ID del documento: 1c74276379ceebc2caa12960ecf2f82ad1879817  
Tamaño del documento original: 1,62 MB

Depositante: CRISTIAN XAVIER ESPIN BELTRAN  
Fecha de depósito: 16/8/2023  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 16/8/2023

Número de palabras: 17.924  
Número de caracteres: 117.021

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuentes

### Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="http://lawebdelingenieroindustrial.blogspot.com">lawebdelingenieroindustrial.blogspot.com</a>   La Web del Ingeniero Industrial: Estu... <a href="https://lawebdelingenieroindustrial.blogspot.com/2016/08/estudio-de-tiempos-valoracion-del-ritmo...">https://lawebdelingenieroindustrial.blogspot.com/2016/08/estudio-de-tiempos-valoracion-del-ritmo...</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (91 palabras)
2	<a href="https://unade.edu.mx">unade.edu.mx</a>   SMED: qué es y cómo puede implementarse   Universidad UNADE <a href="https://unade.edu.mx/smed-que-es/">https://unade.edu.mx/smed-que-es/</a> 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (93 palabras)
3	<a href="http://repositorio.utc.edu.ec">repositorio.utc.edu.ec</a> <a href="http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8275/1/PI-001884.pdf">http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8275/1/PI-001884.pdf</a> 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (57 palabras)
4	<a href="http://dSPACE.esPOCH.edu.ec">dSPACE.esPOCH.edu.ec</a>   Aplicación de métodos y tiempos y su incidencia en los co... <a href="http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5303/3/20T00757.pdf.txt">http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5303/3/20T00757.pdf.txt</a> 4 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (53 palabras)
5	<a href="http://www.ingenioempresa.com">www.ingenioempresa.com</a>   Cursograma: Herramienta del ingeniero industrial + ... <a href="https://www.ingenioempresa.com/cursograma/">https://www.ingenioempresa.com/cursograma/</a> 2 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (29 palabras)

### Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="http://www.ingenieriaindustrialonline.com">www.ingenieriaindustrialonline.com</a>   Ingeniería de métodos » Estudio del trabaj... <a href="http://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de">http://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (25 palabras)
2	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a>   Incremento de la productividad en el área de envasado d... <a href="https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/108658?show=full">https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/108658?show=full</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (28 palabras)
3	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a>   Mejora del método de trabajo en el área acciones persuasivas pa... <a href="https://hdl.handle.net/20.500.12692/41434">https://hdl.handle.net/20.500.12692/41434</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
4	<a href="http://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> <a href="http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/20.500.12802/8031/1/Livaque_Gonzales,_Alexander_&amp;_Pefia_...">http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/20.500.12802/8031/1/Livaque_Gonzales,_Alexander_&amp;_Pefia_...</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (14 palabras)
5	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a>   Browsing by Author "Guarniz Colqui, Alexis Roy" <a href="https://repositorio.ucv.edu.pe/browse?type=author&amp;value=Guarniz_Colqui,_Alexis_Roy">https://repositorio.ucv.edu.pe/browse?type=author&amp;value=Guarniz_Colqui,_Alexis_Roy</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (11 palabras)

**Fuente ignorada** Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Tesis_Soledispa Johanna_Travez Kevin_Optimizacion en la productividad ... #6e6cc5 El documento proviene de mi grupo	92%		Palabras idénticas: 92% (16.382 palabras)

**ANEXO II:** Encuesta realizada a los operadores

Encuesta dirigida a los operadores encargados del cambio de línea en la Línea Mesal en la empresa Fuentes San Felipe S.A

**Objetivo:** Adquirir información sobre inconvenientes al realizar actividades de cambio de formatos en la línea Mesal.

**Marcar con una x donde corresponda de acuerdo con su criterio.**

¿Realiza las actividades de cambio de formato siguiendo un manual de procedimientos?

SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------	----	--------------------------

¿Existe un tiempo establecido para cambiar de formatos?

SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------	----	--------------------------

¿Conoce el tiempo que se demora en cambiar de formato?

SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------	----	--------------------------

¿La empresa cuenta con las herramientas necesarias para el cambio de formato?

SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------	----	--------------------------

¿Conoce si se ha realizado un estudio de tiempos anteriormente en el cambio de formatos?

SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------	----	--------------------------

¿La empresa se ha enfocado en reducir el tiempo de cambio de formato?

SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------	----	--------------------------

¿Cree usted que se puede reducir el tiempo de demora?

SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------	----	--------------------------

¿Ha recibido capacitaciones para realizar las actividades de cambio de formato?

SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------	----	--------------------------

¿Cree usted que el personal nuevo se demora más al realizar el cambio?

SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
----	--------------------------	----	--------------------------

¿Cuál cree usted que es el mayor inconveniente con respecto a la demora al realizar el cambio de formato?