



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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN EL
SOPLADO DE ENVASES DE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) EN UNA EMPRESA
PRODUCTORA DE ENVASES PLÁSTICOS PARA MEDICAMENTOS Y AGROQUÍMICOS**

Jorge Armando Tuquer Girón

Asesorado por la Mtra. Ing. Emilia María Ruiz Castro

Guatemala, enero de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN EL
SOPLADO DE ENVASES DE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) EN UNA EMPRESA
PRODUCTORA DE ENVASES PLÁSTICOS PARA MEDICAMENTOS Y AGROQUÍMICOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JORGE ARMANDO TUQUER GIRÓN

ASESORADO POR LA MTRA. INGA. EMILIA MARÍA RUIZ CASTRO
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
EXAMINADOR	Ing. Marcia Ivonne Veliz Vargas
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN EL
SOPLADO DE ENVASES DE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) EN UNA EMPRESA
PRODUCTORA DE ENVASES PLÁSTICOS PARA MEDICAMENTOS Y AGROQUÍMICOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 19 de noviembre de 2020.

Jorge Armando Tuquer Girón

Ref. EEPFI-1313-2021
Guatemala, 07 de septiembre de 2021

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

Estimado Ing. Urquizú:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN EL SOPLADO DE ENVASES DE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ENVASES PLÁSTICOS PARA MEDICAMENTOS Y AGROQUÍMICOS**, presentado por el estudiante **Jorge Armando Tuquer Girón** carné número **199911478**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Gestión Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

"Id y Enseñad a Todos"


Mtra. Emilia M. Ruiz de Orozco
INGENIERA QUÍMICA
Colegiada 1103

Mtra. Emilia María Ruiz Castro
Asesora


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE POSTGRADO
FACULTAD DE INGENIERIA
DE GUATEMALA

Mtro. Hugo Humberto Rivera Pérez
Coordinador de Gestión Industrial
Plan entre semana


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCIÓN
ESCUELA DE POSTGRADO

Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



EEP-EIMI-059-2021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN EL SOPLADO DE ENVASES DE TEREFALATO DE POLIETILENO (PET) EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ENVASES PLÁSTICOS PARA MEDICAMENTOS Y AGROQUÍMICOS**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Armando Tuquer Girón**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS



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

Guatemala, septiembre de 2021

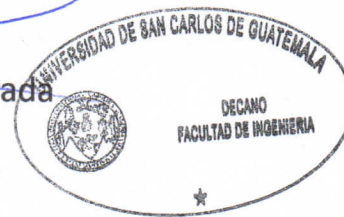


DTG.006.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA EL INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD EN EL SOPLADO DE ENVASES DE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ENVASES PLÁSTICOS PARA MEDICAMENTOS Y AGROQUÍMICOS**, presentado por el estudiante universitario: **Jorge Armando Tuquer Girón**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, enero 2022

AACE/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por haberme permitido realizar una más de mis metas
Mis padres	Por los consejos y el apoyo a lo largo de toda mi vida.
Mis hijos	Por motivarme a querer alcanzar esta meta.
Familia y amigos	Por el apoyo recibido.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala Por ser la fuente de mi crecimiento educativo.

Facultad de Ingeniería Por los conocimientos brindados.

Mi asesor Mtra. Inga. Emilia María Ruiz Castro, por guiarme y apoyarme durante mi trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
4. JUSTIFICACIÓN	11
5. OBJETIVOS	13
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	15
7. MARCO TEÓRICO	19
7.1. Productividad	19
7.1.1. Índice de productividad	19
7.1.2. Productividad laboral	20
7.1.3. Productividad parcial	20
7.1.4. Productividad total	21
7.1.5. Administración de la productividad	21
7.1.6. Mejora de productividad	23

7.1.7.	Ventajas de mejorar la productividad	24
7.1.8.	Importancia de incrementar la productividad.....	25
7.1.9.	Factores que afectan la productividad.....	25
7.1.10.	Ventajas de mejor la productividad	27
7.2.	Eficiencia.....	28
7.3.	Eficacia	28
7.4.	Competitividad	28
7.5.	Rentabilidad	29
7.6.	Definición de proceso.....	30
7.6.1.	Elementos de un proceso.....	30
7.6.2.	Registro de procesos	31
7.6.3.	Registro de producción	31
7.6.4.	Medios gráficos para analizar proceso.....	32
7.6.4.1.	Diagrama de flujo de proceso.....	33
7.7.	Tiempos en los procesos	34
7.8.	Método 5'M	35
7.9.	Diagrama causa y efecto	36
7.10.	Plásticos.....	36
7.10.1.	Propiedades generales de los plásticos	38
7.10.2.	Tereftalato de polietileno	39
7.10.3.	Colorantes	40
7.10.4.	Métodos de conformado de plástico.....	41
7.10.4.1.	Moldeo por inyección.....	41
7.10.4.2.	Moldeado por soplado	42
7.10.4.3.	Moldeado por compresión	42
7.10.4.4.	Moldeado por transferencia.....	43
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	45

9.	METODOLOGÍA	49
9.1.	Características del estudio	49
9.2.	Unidades de analisis	50
9.3.	Variables	50
9.4.	Fases del estudio	52
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	57
11.	CRONOGRAMA	61
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	63
13.	REFERENCIAS	65
14.	APÉNDICES	69

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Círculo de productividad.....	22
2.	Elementos del proceso.....	30
3.	Diagrama de flujo proceso	34

TABLAS

I.	Necesidades y esquemas de solución	16
II.	Registro de producción	32
III.	Plásticos más utilizados	37
IV.	Clasificación de variables.....	52
V.	Cronograma	61
VI.	Recursos necesarios para la investigación	64

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A's	Área de refuerzo a compresión
A_s	Área de refuerzo longitudinal no preesforzado a tracción
A_c	Área de sección de concreto que resiste la
%	Porcentaje
Q	Quetzales

GLOSARIO

Diagrama de flujo	Representación gráfica de un algoritmo o proceso.
Diagrama Ishikawa	Es la representación de varios elementos (causas) de un sistema que pueden contribuir a un problema (efecto).
NTC	Norma técnica complementaria.
PET	Tereftalato de polietileno.
PIB	Producto interno bruto.
Preforma	Es un tubo de plástico utilizado para la fabricación de botellas.

RESUMEN

La productividad en toda industria es de suma importancia para el logro de los objetivos propuestos. La productividad idónea ayuda financieramente a toda empresa, además de aportar en la satisfacción del cliente porque se reducen los tiempos de entrega.

La importancia de incrementar la productividad en las empresas es que aquellas que logren un nivel de productividad mayor al del promedio, tienden a contar con mayores márgenes de utilidad, y si dicha productividad crece más rápidamente que la de la competencia, los márgenes de utilidad se incrementarán todavía más.

Para poder generar planes que ayuden a generar un incremento de la productividad, inicialmente se debe conocer la productividad actual y sobre todo conocer los factores que influyen en ella.

El presente diseño de investigación busca conocer la capacidad actual de fabricación de envases con la que cuenta la empresa, además se busca conocer cuáles son los factores que deben modificarse para que se obtenga una productividad mayor a la actual.

1. INTRODUCCIÓN

Una de las áreas fundamentales de las empresas manufactureras es la productiva, ya que de ella depende gran parte de la satisfacción del cliente en lo concerniente al cumplimiento de especificaciones del producto y a la disponibilidad de estos en el momento oportuno. Además, el cliente es quien activa la cadena de abastecimiento por lo que es de suma importancia contar con la capacidad de retenerlo y de incrementar la cantidad de los mismos, permitiendo con ello el crecimiento y estabilidad de la empresa.

Por ello es importante que la Jefatura de Producción conozca el nivel de productividad, eficiencia, eficacia, rendimiento y el de capacitación con los que el personal que influye directamente en la fabricación cuenta en cada uno de sus procesos.

La productividad es la capacidad o grado de producción por unidad de trabajo, superficie de tierra cultivada, equipo industrial. En el campo de la economía, se entiende por productividad al vínculo que existe entre lo que se ha producido y los medios que se han empleado para conseguirlo tales como la mano de obra, materiales, energía, entre otros.

Es decir que el objetivo de la productividad es medir la eficiencia de producción por cada factor o recurso utilizado, con la intención de obtener el máximo rendimiento con el mínimo de los recursos.

Por lo tanto, la productividad está asociada a la eficiencia y al tiempo invertido en lograr el resultado deseado; cuanto menos tiempo se invierta, mayor

será el carácter productivo del sistema. Aclarando que para alcanzar los objetivos planeados no se debe desestimar la calidad de los productos terminados.

El desarrollo de las actividades del presente proyecto contribuirá en plantear alternativas para la mejora de la productividad del proceso de fabricación de preformas y envases de tereftalato de polietileno (por sus siglas en inglés PET, área que al día de hoy aún no arroja los resultados esperados en productividad.

El estudio tiene un enfoque mixto debido a que se recolectarán y analizarán datos cualitativos y cuantitativos que orienten a brindar propuestas para la solución del problema planteado. El alcance es descriptivo debido a que se pretende expresar de una manera simple la situación que presenta la empresa y el diseño adoptado es experimental.

El estudio se implementará en cinco fases principales. Durante la primera fase se realizará una búsqueda de información teórica y bibliografía existente sobre el incremento de productividad y los factores que influyen en ella, en la segunda fase se implementarán reportes para recopilar información que aporte a conocer el estado actual de los procesos.

La fase tres, se realizará posterior al análisis del estado actual, en la cual se procederá a presentar propuestas de mejora que se consideren factibles; el criterio de evaluación de factibilidad de las soluciones será mediante el estudio económico que conlleva la implementación de cada una de las propuestas. La fase 4 consistirá en implementar las propuestas presentadas y se registraran los resultados obtenidos para que en la fase 5 se pueda realizar un análisis comparativo de la situación previa y posterior a las propuestas.

2. ANTECEDENTES

En Guatemala el sector de plásticos representa el 2 % del PIB y genera alrededor de 25 mil empleos directos y 100 mil indirectos y está conformada por más de 62 empresas fabricantes y exportadoras, proveedoras de materia prima, maquinaria y recicladores.

Para García (2005) en este mundo globalizado las empresas que perduran son aquellas que buscan que sus procesos sean más eficientes, innovar en sus productos y servicios, y satisfacer al cliente sin descuidar sus utilidades, haciendo énfasis en la calidad de sus productos; es decir que perduran aquellas que logran ser más productivas. Definiendo el término productividad como el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos determinados.

Para que una empresa logre sobrepasar sus propios niveles de eficiencia y a sus competidores, es necesario reconocer la importancia de los recursos con los que cuenta, ya sea material o humano; siendo el material humano indispensable y primordial para la adecuada ejecución de los procesos y para el logro de los objetivos establecidos. Lastimosamente como lo mencionan Pacífico y Witwer (1983) en su libro Administración Industrial, a pesar de que casi todas las empresas proclaman que sus empleados son el activo más valioso, pocas de ellas actúan acordemente. Puesto que muchas empresas se concentran en sus propios objetivos y no observan a sus empleados como personas. Si las empresas se enfocarán en las interrelaciones de sus empleados el alcance de los objetivos empresariales sería un proceso más satisfactorio.

Por otro lado, los recursos materiales que tiene una organización se refieren a todos los bienes tangibles, maquinaria, edificios, materias primas y producto terminado.

Para García (2012) en su investigación titulada Ingeniería de mantenimiento, hace mención que la maquinaria y los edificios deben cuidarse realizando el mantenimiento idóneo en el momento justo. Definiendo mantenimiento como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento. La disponibilidad de un equipo se define como la cantidad de tiempo que dicho equipo está disponible para producir. Y el rendimiento está muy ligado a la eficiencia.

Además, las materias primas y el producto terminado deben cumplir con la calidad idónea.

Es decir que las materias primas para el procesamiento de plástico deben cumplir con ciertos requisitos, como por ejemplo el porcentaje de humedad e índice de fluidez. Los productos terminados deben cumplir ciertas especificaciones, como lo indican la Norma NTC 5022-1, Materiales y Artículos en contacto con productos alimenticios. Además, deben cumplir con buenas prácticas de manufactura como lo indica la Norma NTC 5023 en lo concerniente al contacto con los alimentos y la migración a los mismos.

Al gestionar el mantenimiento de los equipos y la calidad en materias primas y producto terminado se busca reducir el porcentaje de merma en el proceso.

Un recurso también importante a gestionar es el tiempo, para ello es importante aplicar técnicas de Ingeniería de Métodos. La Ingeniería de Métodos

se refiere a una técnica para incrementar la producción por unidad de tiempo y por lo tanto reducir el costo por unidad.

Según Niebel (1990) en su libro Ingeniería Industrial Métodos Tiempos y Movimientos esta metodología busca reducir los tiempos unitarios de producción realizando un análisis de cada una de las actividades que son parte del proceso. También señala que la vía principal para que una empresa pueda progresar e incrementar sus utilidades es incrementando su productividad.

Toma importancia la utilización de indicadores de desempeño o indicadores de gestión para conocer el proceso y sobre todo como una herramienta para la toma de decisiones. Una de las herramientas muy utilizadas para poder priorizar y enfocar los esfuerzos en los problemas más relevantes es el diagrama de Pareto para Evans (2008) “es también conocida como regla 80/20, debido a que se dice que el 80 % de los problemas son originados por el 20 % de las causas. Esto ayuda a separar las situaciones críticas de las situaciones convencionales o triviales” (p. 672).

Basado en lo anterior, se hace necesario conocer y analizar el proceso de elaboración de envases de tereftalato de polietileno, para la industria farmacéutica y agroquímica en TIPSA Guatemala. Esta empresa manufacturera inició en el año 2019 con la fabricación de estos productos, pero a la fecha solamente ha obtenido el 15 % de la capacidad instalada del equipo. La meta es conocer cuáles son las causas que inciden en la baja productividad obtenida en el proceso. Y poder brindar soluciones para los inconvenientes que se encuentren, ya que ello incide en las utilidades obtenidas por la empresa.

Además, debido a que actualmente el tereftalato de polietileno ha tenido un crecimiento importante en la demanda para ser utilizado como resguardo de

productos alimenticios, bebidas y productos farmacéuticos, debido a sus grandes propiedades protectoras, durabilidad y manejabilidad es importante crecer en esta unidad de negocio.

Según Arteplastica (2017) el polietileno tereftalato-poliéster, es una resina que se obtiene a partir de dos materias primas derivadas del petróleo: etileno y paraxileno, los cuales una vez secos se funden e inyectan a presión en máquinas de cavidades múltiples de las que salen las preformas, tal proceso es denominado moldeo por inyección.

El proceso de soplado de PET se lleva a cabo posterior a la fabricación de un tubo de plástico fundido comúnmente conocido como preforma. La preforma es elaborada en el proceso de inyección y esta se introduce en un horno con una temperatura máxima de 200 grados centígrados. Este proceso calórico brinda a la preforma flexibilidad y la capacidad de estirarse; al salir del horno, la preforma es posicionada en un molde en el cual se introduce aire para expandir el material y conseguir la pieza con la figura deseada, esta se enfría y se expulsa.

Incrementar la productividad con ayuda de la automatización de los procesos es importante, lastimosamente esto no es lo único que nos asegurará la productividad esperada; también se requiere una buena planificación de la producción, materiales de calidad, un correcto mantenimiento de los equipos, personal operativo capacitado, una buena labor de compras y sobre todo el uso eficiente de los recursos.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este mundo globalizado diariamente crece el nivel de competencia entre las empresas y por otro lado el cliente es lo más importante y es quien impone sus condiciones, por lo cual las empresas deben estar a la vanguardia para cubrir las necesidades del mercado.

Para que las empresas permanezcan en el mercado deben contar con ventajas competitivas, ciertas características como lo son la innovación de tecnologías y productos, prestigio, certificaciones, procesos eficientes y estandarizados, excelente calidad de sus productos por mencionar algunos; todo ello con la intención de brindar satisfacción al cliente.

Tecnología en Industria Plástica (TIPSA) es una pequeña empresa con 15 años en la industria, su fuerte ha sido el proceso de inyección de plásticos; el mercado objetivo ha sido el sector textil y agroindustria. Hace dos años fue adquirida por una corporación muy conocida en el sector farmacéutico y alimenticio con mayor respaldo económico. Debido a esto, uno de los proyectos inmediatos fue incursionar en los procesos de soplado de envases PET para el sector alimenticio y agroindustria. Para este proyecto adquirieron equipo de soplado y periféricos provenientes de China. Hoy en día los resultados no han sido los esperados en productividad y márgenes de utilidad.

Hace dos años TIPSA decidió incursionar en la fabricación y comercialización de envases PET, para ello adquirió un horno y una sopladora de preformas PET provenientes de China, ya que previamente contaba con una

línea de inyección de plásticos. La idea primordial fue diversificar la línea de productos e incursionar en el sector alimenticio y farmacéutico.

A pesar de que el área de ventas ha captado clientes fuertes del sector agroindustrial y alimenticio el proceso productivo no ha podido trabajar constante ni eficientemente; es decir aún no se ha podido estandarizar los procesos; generando con ello demoras en la entrega de los productos y gran cantidad de merma en los procesos, lo que conlleva un lento crecimiento en la cartera de clientes y pérdidas económicas.

Esto lleva a plantear la pregunta principal de este estudio: ¿Cómo se puede incrementar la baja productividad en el proceso de fabricación de preforma y envase de tereftalato de polietileno (PET) en planta de Tecnología en Industria Plástica Guatemala?

Para responder a esta interrogante se deberán contestar las siguientes preguntas auxiliares:

- ¿Cuál es la capacidad de proceso actual de los equipos instalados en planta?
- ¿Qué tan capacitados e instruidos están los operadores de los equipos de inyección y soplado PET?
- ¿Qué Indicadores son los idóneos para el control de proceso de inyección de preforma y soplado de envases PET?
- ¿Qué factores influyen en la producción de preformas y envases PET?

- ¿Qué acciones de mejora pueden realizarse en los procesos de inyección y soplado?
- ¿Cuáles son los resultados de la implementación de las propuestas de mejora?

El proyecto se realizará en la planta de producción de la Empresa Tecnología en la Industria Plástica S.A. (TIPSA), ubicada en 2da. avenida 3-20 zona 13, Pamplona, Guatemala.

4. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación pertenece a la línea de investigación de metodologías de producción y surge con el interés de conocer los motivos de la baja productividad en el proceso de inyección de preformas y soplado de envases de tereftalato de polietileno en TIPSA Guatemala; y a la vez con la intención de brindar un plan de mejora.

La elaboración de envases de tereftalato de polietileno es una nueva unidad de negocio en TIPSA, por lo cual es de suma importancia generar un crecimiento significativo en la producción pues las expectativas en la generación de utilidades son altas ya que brindan crecimiento a la empresa, provocando un mejor reconocimiento de la misma en el mercado.

Por dicha razón, se llevará a cabo un proceso de investigación sobre la situación del proceso de fabricación de envases de tereftalato de polietileno, evaluando el nivel de capacitación del personal, nivel de idoneidad de los equipos y las metodologías de trabajo utilizadas actualmente.

Una vez realizada la investigación y partiendo de los datos obtenidos, se brindarán propuestas de mejora enfocadas en el incremento del nivel productivo, con la intención de elevar el nivel de participación en el mercado y de utilidad de la empresa.

Aunque en Guatemala existen varias empresas dedicadas al soplado de envases de tereftalato de polietileno, actualmente no existe mucha documentación sobre el tema. Por lo que con la presente investigación se

pretende aportar beneficios metodológicos a las personas interesadas en incursionar en dicho campo.

La importancia de incrementar la productividad en las empresas es que aquellas que logren un nivel de productividad mayor al del promedio, tienden a contar con mayores márgenes de utilidad, y si dicha productividad crece más rápidamente que la de la competencia, los márgenes de utilidad se incrementarán todavía más. En tanto que para aquellas cuyos niveles y tasas de crecimiento de productividad sean notablemente inferiores a sus promedios corren graves riesgos en cuanto a su competitividad y permanencia

5. OBJETIVOS

5.1. General

Incrementar la productividad en el proceso de fabricación de preforma y envase de tereftalato de polietileno (PET) en planta TIPSA Guatemala utilizando para ello métodos de ingeniería.

5.2. Específicos

- Determinar la capacidad de proceso de los equipos actuales para la fabricación de preforma y envases PET.
- Evaluar el nivel de capacitación de los operadores sobre el uso de equipos de inyección y soplado PET.
- Definir Kpi's idóneos para el control de procesos de inyección y soplado PET.
- Conocer los factores que influyen en la producción de preforma y envases PET.
- Generar propuestas de mejoras en los procesos que puedan ser realizables.
- Implementación de mejoras propuestas y obtención de resultados beneficiosos para la empresa.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

En el año 2017 la empresa adquirió la máquina sopladora marca TOMSA, para la fabricación de pajas plásticas y en el año 2019 empezaron a incursionar en la fabricación de otro tipo de envases, de los cuales hasta la fecha solamente se ha podido obtener el 15 % de la capacidad instalada del equipo.

Por lo tanto, la necesidad que se pretende solucionar en la empresa de plásticos es la de aumentar los niveles de producción de envases PET en la máquina sopladora.

Para ello se hace necesario conocer la o las causas que influyen en la baja productividad actual, por lo cual se utilizará el método de 5'M para posteriormente presentar un plan de mejoras.

Debido a que la metodología de las 5'M nos ayuda a conocer la causa raíz de algún problema en un proceso, evaluando los 5 aspectos más importantes que influyen en el: máquina, método, mano de obra, medio ambiente y materias primas.

Esta investigación servirá para sentar las bases teóricas/prácticas y brindar propuestas de mejora para cada uno de los aspectos que influyen en la producción. Basado en lo anterior, el esquema de la investigación es la siguiente:

Tabla I. **Necesidades y esquemas de solución**

Fase	Actividad	Metodología	Recursos	Tiempo
Fase 1: Investigación sobre incremento de productividad	Búsqueda de información bibliográfica existente sobre el incremento de productividad, procesos de inyección de preformas y soplado de envases PET.	Búsqueda de páginas de internet relacionadas al tema, lectura de libros, tesis e investigaciones.	Internet, libros, tesis, artículos de investigaciones.	3 meses
Fase 2: Estudio y análisis de la situación actual de los procesos	Creación e implementación de formato para el registro de producción en máquina inyectora y sopladora.	Diseñar formato para el registro de información de producción diaria. Imprimir documentos y capacitar al personal involucrado en la anotación diaria de la información requerida.	El diseño se realizará en una hoja electrónica y posterior a ello se imprimirá en hojas tamaño carta en blanco.	1 semana
	Recolección y digitación de información del formato de registro de producción	Se recolectarán y digitará diariamente el formato de registro de producción.	Formato de registro de producción, hoja electrónica y computadora	1 mes

Continuación tabla I.

Fase	Actividad	Metodología	Recursos	Tiempo
Fase 2: Estudio y análisis de la situación actual de los procesos	Elaborar flujo de procesos	Elaborar diagrama de flujo de proceso de inyección de preforma y soplado de envase	Computadora, cronómetro.	1 semana
	Entrevistas al personal	Se realizarán entrevistas al personal involucrado en procesos, al personal de mantenimiento y supervisores.	Cuaderno de apuntes	1 semana
	Realización de Diagrama causa y efecto	Determinar y Analizar los factores que influyen en el proceso de inyección y soplado de preformas	Computadora y hoja electrónica.	2 semanas
	Análisis Información obtenida	Realización de análisis estadístico, tendencias, analizar información obtenida.	Computadora	3 semanas

Continuación tabla I.

Fase	Actividad	Metodología	Recursos	Tiempo
Fase 3: Realización, evaluación presentación de propuestas de mejora	Redacción de propuestas de mejora	Redactar propuestas de mejora que se consideren factibles de implementar	Computadora, procesador de texto y hoja electrónica.	1 mes
	Presentación de propuestas de mejora	Realización de presentación en PowerPoint ante encargado de planta.	Computadora y cañonera	1 semana
Fase 4: Implementación de propuestas	Implementar propuestas	Se implementarán las propuestas factibles técnica y económicamente y se utilizará el formato de registro de producción tal como en la situación actual.	Formato de registro de producción, hoja electrónica y computadora	1 mes
Fase 5: Análisis de beneficios obtenidos	Análisis de resultados	Se analizarán los datos obtenidos en la comparación de la situación actual vs la post propuestas.	Computadora y hoja electrónica.	1 mes

Fuente: elaboración propia.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Productividad

La productividad implica la mejora del proceso productivo. La mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. Por ende, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o producto) y los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos). (Carro y González, 2012, p. 1)

La productividad, establece la aptitud de un proceso para elaborar los productos demandados y el grado en que los recursos son aprovechados. Un crecimiento en la productividad con el uso del mismo nivel de recursos nos arrojará una mayor rentabilidad en el proceso. Además, el concepto de productividad es funcional para cualquier tipo de empresa, ya sea produciendo bienes tangibles o en la prestación de servicios.

7.1.1. Índice de productividad

Como se mencionó anteriormente, “la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o producto) y los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos)” (Carro y González, 2012, p. 1).

$$Productividad = \frac{Salidas}{Entradas} \quad (Ec.1)$$

Donde las salidas se refieren a la totalidad de productos elaborados y entradas se refiere a mano de obra, materias primas, insumos, tiempo de máquina, energía y capital.

7.1.2. Productividad laboral

La productividad laboral se refiere a la relación entre la producción que se obtiene por un determinado periodo laborado y se cuantifica al relacionar la producción, ingresos o ventas entre las horas trabajadas o números de trabajadores realizados durante un tiempo determinado. (Baltodano y Leyva, 2020, p. 20)

Es decir que la productividad laboral puede estar en función del número de horas de trabajo requeridas para fabricar cierta cantidad de productos. De esta manera, la meta de toda industria debe ser incrementar su productividad, es decir, maximizar el aprovechamiento de los recursos para incrementar su producción, para que se genere una maximización de rentabilidad.

$$Productividad\ laboral = \frac{Productos\ o\ ventas}{Horas\ de\ trabajo} \quad (Ec. 2)$$

7.1.3. Productividad parcial

La productividad parcial es la que relaciona todo lo producido por un sistema (salida) con uno de los recursos utilizados (insumo o entrada).

$$Productividad\ parcial = \frac{Salida\ total}{Una\ entrada} \quad (Ec. 3)$$

7.1.4. Productividad total

“La productividad total involucra, en cambio, a todos los recursos (entradas) utilizados por el sistema; es decir, el cociente entre la salida y el agregado del conjunto de entradas” (Carro y González, 2012, p. 3).

$$Productividad\ total = \frac{Salida\ total}{Entrada\ total} \quad (Ec. 4)$$

La productividad puede analizarse a nivel micro es decir a nivel individual ya sea una persona o una máquina y se puede evaluar a nivel macro, es decir puede evaluarse a una población completa. Esto quiere decir que la productividad se puede analizar desde una persona hasta una población, una máquina, un proceso o toda una industria.

7.1.5. Administración de la productividad

Es de suma importancia que la productividad sea medida en toda organización, esto con la intención de poder controlarla y sobre todo mejorarla. Para ello se puede utilizar el ciclo de la administración, el cual es conocido también por sus siglas PHVA o ciclo de productividad.

El círculo de productividad contiene cuatro categorías las cuales son:

- Planificar: se refiere a tener claros los objetivos a alcanzar.
- Hacer: este paso se refiere a que hay que implementar lo planificado. Es decir, echar andar los planes en busca de los objetivos trazados.

- Verificar: en esta etapa se realiza un comparativo para conocer si existe alguna variación entre lo planificado y lo ejecutado.
- Actuar: en este paso se toman las acciones pertinentes para acercar el curso actual a lo planificado. Es decir, aquí se toman las decisiones para mejorar el desempeño actual.

Figura 1. **Círculo de productividad**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

El primer paso para que una empresa busque mejorar su productividad es conocer su productividad actual. Posterior a ello podrá compararse con los valores planeados o bien definir qué nivel de productividad es el que desea alcanzar. Es decir que deberá Planificar o definir el nivel de productividad que desea alcanzar, el cual es el primer paso del círculo de la productividad.

Luego deberá poner en marcha las acciones que ayudarán a acercarse a la meta prevista, para luego medir su productividad nuevamente y compararla. Y así sucesivamente continuar el ciclo, ya que de continuar así estará en busca de una mejora continua.

En la actualidad todas las organizaciones buscan mejorar la productividad, y para ello han creado programas y sistemas que ayuden a alcanzar dicho objetivo.

Estos programas se enfocan principalmente en:

- Mejorar el producto y proceso
- Mejoras del trabajo y las tareas
- Métodos de motivación del empleado
- Cambio organizacional

7.1.6. Mejora de productividad

Mejorar la productividad es de suma importancia debido a que “la productividad provoca una reacción en cadena al interior de la empresa, que abarca una mejor calidad de los productos, mejores precios, estabilidad de los empleos, permanencia de la empresa, mayores beneficios y mayor bienestar colectivo” (Agapito, 2011, p. 5).

Para lograr incrementar la productividad se debe maximizar el rendimiento de cada uno de los recursos, insumos y materiales que influyen en el proceso.

Dado que la ecuación para el cálculo de la productividad nos indica que la productividad es inversamente proporcional al recurso utilizado y directamente

proporcional a los resultados obtenidos. Podemos decir que para incrementar la productividad es necesario reducir los recursos o entradas al sistema, o bien incrementar los resultados o salidas del sistema. Es decir que, si la organización se enfoca en reducir las entradas, deberá enfatizar en:

- Reducir desperdicios
- Evitar tiempos muertos
- Controlar tiempos de procesos

Si la organización se enfoca en incrementar las salidas, deberá enfatizar en:

- Cuidar la calidad del producto
- Reducir rechazos

7.1.7. Ventajas de mejorar la productividad

Algunas de las ventajas que una organización con una alta productividad tiene son:

- Reducción de costos: se puede reducir el precio de venta sin afectar el margen de utilidad, lo que provocaría una mayor venta y participación en el mercado. O bien se pueden obtener mejores márgenes de utilidad y no afectar el precio al público.
- Ahorro de tiempo: lo que conlleva a reducir tiempos de entrega por lo tanto un incremento en ventas.

7.1.8. Importancia de incrementar la productividad

Si la organización decide implementar un plan para incrementar la productividad deberá hacerlo en conjunto, es decir que debe existir la comunicación entre todas las partes involucradas para lograr los objetivos previstos, ya que cada uno de las partes que participarán en el incremento de la productividad, también serán los beneficiados.

La comunicación es importante y el poder transmitir adecuadamente los beneficios que se obtendrán con el aumento de la productividad no es para menos. Todos los empleados deben conocer el plan a tomar y sobre todo los beneficios que se obtendrán. Ya que todos quieren laborar en una empresa estable y disfrutar de un bienestar colectivo.

7.1.9. Factores que afectan la productividad

Existen una diversidad de factores que pueden afectar la productividad, cada uno dependerá del giro del negocio o actividad que se desempeñe. Conocer los factores que la afectan es siempre vital y urgente. Pero identificar claramente la diversidad de causas que juegan a favor o en contra de la productividad no es tarea fácil. Para lograrlo, es necesario tener a mano un modelo práctico que permita clasificarlos.

Para Méndez, Rivas, Tupúl, Monterrosa, y Xec (2018):

Para ordenar de forma más comprensible todo lo que afecta la productividad es muy práctico tener en cuenta la siguiente clasificación:

- Factores internos: todos aquellos incluidos dentro de la empresa y en sus procesos productivos. No necesariamente son propios.
- Factores externos: todos aquellos que están en el ambiente o contexto que rodea a la empresa y que tienen relación con ella.
- Factores propios: todos los que pertenecen a la empresa y están en relación directa con el contexto externo. Pueden estar dentro o fuera de las instalaciones.
- Factores ajenos: todos aquellos que no tienen una relación directa con la empresa y su entorno. Usualmente son factores globales y macro que afectan a toda la sociedad

En la vida cotidiana estos 4 factores rara vez se presentan aisladamente, por lo cual es necesario subrayar que tienen una interrelación entre sí y que es esa combinación, en definitiva, lo que afecta la productividad. En este sentido, se pueden distinguir las siguientes parejas:

- Factores internos-propios: pueden ser el personal, la organización interna de la empresa o el modelo de negocio. Aunque muchas veces los trabajadores son señalados como el factor interno y propio que más afecta la productividad, en realidad lo es la gestión administrativa.
- Factores internos-ajenos: son aquellos que suceden internamente pero que dependen de un servicio exterior, por ejemplo, el servicio de Internet en la empresa o el sistema de alcantarillado y aguas instalado en la empresa y que depende del acueducto municipal.

- Factores externos-propios: están afuera de la empresa, pero tienen una relación muy cercana con ella y le afectan directamente, por ejemplo, materiales de producción que se compran a un proveedor.
- Factores externos-ajenos: son los más lejanos a la cadena productiva, y solo afectan la productividad de la empresa indirectamente; entre ellos están las políticas gubernamentales, la fortaleza de la moneda nacional en el mercado internacional, las condiciones de seguridad nacional, entre otras del mismo estilo.

En todos los casos, los factores internos son los más fáciles de modificar por la empresa, por el contrario, los factores externos-ajenos son generalmente inmodificables por la empresa. (pp. 4-5)

7.1.10. Ventajas de mejorar la productividad

Tal como menciona Sumanth (2005) “cuando una empresa decide medir su productividad significa que está dando el primer paso para promover su crecimiento” (p. 54).

Adicionalmente medir la productividad trae consigo ventajas para toda organización, entre las que se pueden mencionar:

- Conocer qué tan eficiente se están convirtiendo los recursos
- Priorizar objetivos
- Establecer niveles de utilidad
- Conocer los niveles de competitividad
- Generar negociaciones reales en ventas
- Definir estrategias de mercado

- Conocer qué posición se ocupa frente a los competidores

7.2. Eficiencia

Para Mokate (2001) “la eficiencia se puede entender como el grado en que se cumplen los objetivos de una iniciativa al menor costo posible” (p. 1).

La eficiencia significa lograr una productividad favorable para el negocio. Es decir, obtener los máximos resultados con la mínima cantidad de recursos. Para medirla se tienen en cuenta elementos como el tiempo, los esfuerzos dedicados, el capital y la calidad del producto obtenido. Una empresa eficiente será, por tanto, la que obtiene más por menos. Esto, lógicamente, tiene un impacto directo en la rentabilidad del negocio.

7.3. Eficacia

Para Mokate (2001) “algo es eficaz si logra o hace lo que debía hacer” (p. 2). La eficacia, en el ámbito empresarial, está relacionada con el cumplimiento de objetivos. En una empresa, un producto o persona es eficaz cuando es capaz de hacer lo que sea necesario para lograr los objetivos deseados o marcados.

7.4. Competitividad

Competitividad es la capacidad de competir. El concepto de competitividad se debe manejar de una forma integral, donde converjan diferentes niveles de análisis. lo que la convierten en un espacio de análisis dinámico, en el que las empresas que conforman un sector evolucionen en una senda que las coloca como puntos de referencia, ya sea en el campo del éxito o del fracaso. (Ramírez, 2006, p. 115)

Dado que la competitividad es la competencia que tiene una organización para desarrollar ventajas competitivas respecto a sus competidores. Las empresas competitivas son las que obtienen mayor porcentaje de mercado. Una organización puede competir en precio, calidad, o en ambas. Pero para ello debe ser eficiente en cada uno de los eslabones de la cadena de suministros.

7.5. Rentabilidad

“La rentabilidad es la capacidad que tiene la empresa para generar beneficios con el uso de sus bienes y derechos” (Díaz, 2012, p. 47). Es el resultado de un cálculo para medir la relación que existe entre la inversión realizada y la ganancia obtenida.

Hay tres tipos de rentabilidad de una empresa:

- Rentabilidad económica: hace referencia al beneficio promedio que obtiene una empresa en relación con la totalidad de la inversión que ha realizado.
- Rentabilidad financiera: la rentabilidad financiera, por su parte, permite conocer cuál ha sido la ganancia obtenida por cada uno de los socios de la compañía.
- Rentabilidad social: la rentabilidad social tiene que ver con los beneficios que puede obtener la sociedad en general a partir de una inversión o un proyecto que lleve a cabo una empresa en particular.

La importancia de la rentabilidad en una empresa es muy grande, ya que esto permite saber si la inversión ha sido eficiente o no. Así mismo, te indica qué cantidad del dinero o capital invertido se ha recuperado.

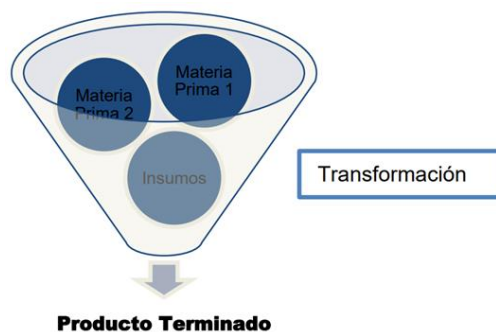
7.6. Definición de proceso

Los procesos son una secuencia de pasos relacionados y ordenados que interactúan, convirtiendo elementos de entrada en elementos de salida. Pérez (2010) menciona que un proceso se define como una secuencia ordenada de actividades.

7.6.1. Elementos de un proceso

Todo proceso consta de tres elementos esenciales, las entradas, la interrelación y las salidas. Si se habla de un proceso productivo, las entradas son todas las materias primas e insumos necesario para la fabricación de un producto; la interrelación sería la transformación de dichas materias primas e insumos, las salidas del proceso sería el producto ya terminado.

Figura 2. Elementos del proceso



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

7.6.2. Registro de procesos

Son herramientas que ayudan a conocer los procesos. Para ello es necesario plasmarlos con el fin de que todos los involucrados en él, lo conozcan a cabalidad.

7.6.3. Registro de producción

Son datos que se recopilan con la finalidad de analizarlos y con ello conocer el desempeño de un proceso productivo. Para la recopilación de los registros se realiza un formato base en el cual se solicita anotar la información que sea de interés. Posterior a ello se digita la información en hojas electrónicas.

En muchas empresas se suele enviar dicho formato a una imprenta y generar talonarios de dicho documento. En muchas otras se cuenta con ayuda de tabletas electrónicas y se registra directamente en hojas electrónicas.

La información a recopilar variará de acuerdo el tipo de proceso que se desee analizar, pero las más comunes son:

- Cantidad producida: dependiendo el proceso podrá registrarse en unidades o bien por peso.
- Cantidad de merma: se refiere a las unidades o peso de los productos que no cumplen las especificaciones requeridas por el cliente.
- Horas de trabajo: es el tiempo necesario para la elaboración de los productos.
- Especificaciones del producto: esto se refiere al color, tamaño, nombre y los requisitos de empaque.

- Tiempo de ciclo: este es el tiempo utilizado para la fabricación de una unidad.
- Nombre o número de máquina utilizada.
- Fecha de producción.

Tabla II. Registro de producción

OT _____	PESO _____	FECHA INICIO PRODUCCION _____
MAQUINA _____	CICLO STD _____	FECHA FINAL PRODUCCION _____
MONTAJE _____	CAVIDADES _____	RESPONSABLE PRODUCCION _____
CANTIDAD _____	MATERIA PRIMA _____	
PRODUCTO _____		

REPORTE DE PRODUCCION

FECHA	HORAS TURNO	NOMBRE OPERARIO	TURNO	CANTIDAD PRODUCIDA	TOTAL ACUMULADO	CICLO REAL	EFICIENCIA DEL TURNO	CONTADOR	KG. PURGA	HORAS PERDIDAS	CODIGO PARO DE MAQUINA	DESCRIPCION
TOTALES								TOTALES				

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

7.6.4. Medios gráficos para analizar proceso

Para el análisis de procesos existen varios tipos de diagramas, cada uno de ellos con aplicaciones específicas entre los cuales se pueden mencionar:

- Diagrama de operaciones de proceso
- Diagrama de flujo de proceso

- Diagrama de recorrido de actividades
- Diagrama de interrelación hombre-máquina
- Diagrama de proceso para operario
- Diagrama de viajes de material
- Diagrama PERT

7.6.4.1. Diagrama de flujo de proceso

Para Niebel (1990):

El diagrama de flujo del proceso es particularmente útil para registrar los costos ocultos no productivos como, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales. Una vez que estos periodos no productivos se identifican, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlos y, por ende, reducir sus costos. (p. 26)

Además de registrar operaciones e inspecciones, los diagramas de flujo de procesos muestran todos los retrasos de movimientos y almacenamiento a los que se expone un artículo a medida que recorre la planta. Los diagramas de flujo de procesos, por lo tanto, necesitan varios símbolos además de los de operación e inspección que se utilizan en los diagramas de procesos operativos. (Niebel, 1990, p. 26)

La elaboración de estos diagramas las debe realizar personal que conozca del proceso y que tenga conocimientos en el levantamiento de dichos diagramas, esto debido a que para realizarlos debe conocer los símbolos utilizados en su realización.

Figura 3. Diagrama de flujo proceso

Diagrama de flujo del proceso		Resumen			
Ubicación: Dorben Ad Agency		Evento	Presente	Propuesto	Ahorros
Actividad: Preparación de anuncios por correo directo		Operación	4		
Fecha 1-26-98		Transporte	4		
Operador: J.S. Analista: A. F.		Retrasos	4		
Encierre en un círculo el método y tipo apropiados		Inspección	0		
Método: (Presente) Propuesto		Almacenamiento	2		
Tipo: (Trabajador) Material Máquina		Tiempo (min)			
Comentarios:		Distancia (pies)	340		
		Costo			
Descripción de los eventos	Símbolo	Tiempo (en minutos)	Distancia (en pies)	Recomendaciones al método	
Cuarto con la existencia de materiales	○ ◇ D □ ▽				
Hacia el cuarto de recopilación	○ ◇ D □ ▽		100		
Ordenar los estantes por tipo	○ ◇ D □ ▽				
Ordenar cuatro hojas	○ ◇ D □ ▽				
Apliar	○ ◇ D □ ▽				
Hacia el cuarto de doblado	○ ◇ D □ ▽		20		
Empujar, doblar, rayar	○ ◇ D □ ▽				
Apliar	○ ◇ D □ ▽				
Colocar la engrapadora	○ ◇ D □ ▽		20		
Poner la grapa	○ ◇ D □ ▽				
Apliar	○ ◇ D □ ▽				
Hacia el cuarto del correo	○ ◇ D □ ▽		200		
Colocar la dirección	○ ◇ D □ ▽				
A la bolsa del correo	○ ◇ D □ ▽				

Fuente: Niebel (1990). *Ingeniería Industrial Métodos Tiempos y Movimiento*.

7.7. Tiempos en los procesos

Para Asturias Corporación Universitaria (2020):

En los procesos se deben considerar los siguientes conceptos:

- Ciclo de producción: es el tiempo que transcurre entre dos unidades sucesivas completadas en ese puesto de trabajo o máquina.

- Tiempo de producción: tiempo de producción es el tiempo que toma el proceso en desarrollarse completamente.
- Tiempo de espera en una cola: tiempo que está el producto hasta que comienza la operación.
- Tiempo improductivo: es el tiempo en que no se realiza una tarea o no se realiza eficazmente, este tiempo puede ser originado por factores internos y/o externos al proceso. (pp. 7-9)

7.8. Método 5'M

Conforme al presente método se procede a analizar el problema y definir las posibles causas, generalmente este proceso se realiza con el grupo de trabajo encargado de la resolución del problema. Para la aplicación de este método se sigue un orden para considerar las causas de los problemas, partiendo de la premisa que estas, están agrupadas según los cinco criterios y por ello se denomina de las 5'M. (Flores, 2017, p. 24)

Las M corresponden a:

- Maquinaria: dado que es en ella donde se fabrican los productos.
- Mano de obra: debido a que es pieza fundamental en la elaboración y revisión de los productos.
- Materiales: los insumos con lo que se fabricarán los productos son base fundamental en la calidad.

- Método: Conocido también como el proceso productivo.
- Medio ambiente: se refiere al área de trabajo o lugar en el cual se realizan las labores de fabricación.

7.9. Diagrama causa y efecto

Según Palom (1991) “es conocido también como diagrama de espina de pescado debido a la forma que adopta, y como diagrama de las 4M” (p. 92). Es una herramienta que ayuda a identificar las causas raíz de un problema, analizando todos los factores involucrados en la ejecución de un proceso.

Este diagrama es una técnica de análisis en la resolución de problemas, que Ishikawa utilizó para explicar cómo varios factores que afectan un proceso pueden ser clasificados y relacionados. Los efectos representan un área de mejora o bien el problema a resolver. Una vez que el problema es definido, se identifican los factores que contribuyen a ocasionarlo.

7.10. Plásticos

Los plásticos son materiales polímeros orgánicos que pueden deformarse hasta conseguir una forma deseada por medio de extrusión, moldeo, hilado, entre otros. Los plásticos se caracterizan por una alta relación resistencia/densidad, unas propiedades excelentes para el aislamiento térmico y eléctrico y una buena resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes. (Díaz, 2012, p. 2)

Tabla III. **Plásticos más utilizados**

Nombre	Uso principal	Abreviatura	Número de identificación
Tereftalato de polietileno	Producción de botellas para bebidas.	PET o PETE	1
Polietileno de alta densidad	Envases de leche, detergente, aceite para motores, etc. Reciclandolo se obtienen para contenedores de basura, macetas y botellas de detergente	PEAD o HDPE	2
Policloruro de vinilo	Botellas para champo, aceite de cocina, artículos de servicio para casas de comida rápida. Al reciclarlo sirve para tubos de drenaje e irrigación.	PVC o V	3
Polietileno de baja densidad	Bolsas de supermercado, plástico para envolver. Al reciclarse sirve para fabricar bolsas de supermercado o de uso general.	PEBD o LDPE	4
Polipropileno	Envases para yogurt, helados, tapas para botellas. Al reciclarse funciona para baterías de vehículos, registros de drenajes, gradas.	PP	5
Poliestireno	Artículos desechables para comida. Al reciclarlo funciona para macetas.	PS	6

Continuación tabla III.

Otros	Botellas exprimibles para aderezos y salsas, platos para microondas. Estos no pueden reciclarse.	Otros	7
-------	--	-------	---

Fuente: Díaz (2012). *Conformado de materiales plásticos*. Consultado el 20 de febrero de 2021.

Recuperado de

http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m6/conformado%20de%20plasticos.pdf

7.10.1. Propiedades generales de los plásticos

Para Díaz (2012) se pueden clasificar las propiedades de los plásticos en:

Propiedades de los plásticos que pueden ser favorables:

- Peso ligero.
- Alta resistencia química y a la humedad.
- Lata resistencia al choque y a la vibración.
- Transparentes o traslúcidas.
- Tienden a absorber la vibración y el sonido.
- Alta resistencia a la abrasión y al uso.
- Prelubricados.
- Con frecuencia, son fáciles de fabricar.
- Pueden tener un color uniforme.
- Con frecuencia el costo es menor por parte terminada.

Propiedades de los plásticos que pueden ser desfavorables:

- Baja resistencia.
- Alta expansión térmica.
- Más susceptibles a la rotura por fatiga, flujo a temperaturas bajas y deformación bajo carga.
- Baja resistencia al calor, tanto a la degradación térmica como a la distorsión por calor.
- Más propensos a volverse quebradizos a bajas temperaturas.
- Suaves.
- Menos dúctiles.
- Cambios dimensionales debido a la absorción de humedad y solventes.
- Flamables.
- Algunas variedades son degradadas por la radiación ultravioleta. (p. 8)

7.10.2. Tereftalato de polietileno

El descubrimiento del Tereftalato de Polietileno (PET) fue patentado como un polímero para fibra por J.R. Whinfield y J.T. Dickson en 1941. La producción comercial de fibra de poliéster comenzó en 1955. Desde entonces el PET ha presentado un continuo desarrollo tecnológico a nivel mundial. Ya que este envase cumple con las funciones de proteger, contener, manipular y distribuir principalmente bebidas de una manera ligera, resistente con un alto nivel de sofisticación y la diversificación de sus posibilidades. (Colomo, 2013, p. 3)

En la actualidad el PET es un tipo de poliéster de alto peso molecular (o alta viscosidad), además es el material más utilizado en la fabricación de botellas, las nuevas tecnologías permitieron acelerar el proceso de soplado de envases, tornando el material aún más competitivo en su proceso de transformación.

Las características de barrera de la resina PET son continuamente mejoradas por medio de la aplicación de revestimientos ecológicamente aprobados, de aplicación interna o externa, permitiendo la sustitución potencial del vidrio y de envases de metal.

7.10.3. Colorantes

En la industria plástica se usan aditivos que modifican el color original que traen los plásticos. Estos aditivos son conocidos como colorantes o *masterbatch*. Estos colorantes pueden utilizarse en presentación de granos o bien en polvo.

Los colorantes son una mezcla de concentrados de pigmentos y/o aditivos encapsulados en un proceso de calor en una resina portadora que se enfría y se corta en forma granular. En la actualidad se utiliza con mayor frecuencia la presentación en granos dado que brinda mayores ventajas en comparación con su presentación en polvo.

Dentro de las ventajas se tienen:

- Mayor uniformidad
- Procesamiento más limpio
- Permite la dosificación automática
- Reduce la absorción de humedad
- Menor tiempo de limpieza o cambio de color en el proceso

7.10.4. Métodos de conformado de plástico

Los plásticos pueden procesarse de distintas maneras, todo dependerá si el plástico es termoplástico o termoestable. Los termoplásticos pueden ser fundidos, se ablandan cuando se les calienta y se endurecen al enfriarse. Caso contrario con los termoestables, que se endurecen al calentarse.

Las técnicas más empleadas para procesar los plásticos son:

- Extrusión
- Coextrusión
- Moldeo
 - Inyección
 - Soplado
 - Compresión
 - Transferencia
- Conformado al vacío
- Calandrado

7.10.4.1. Moldeo por inyección

En el proceso de inyección de plástico el material entra a través de una tolva, después, pasa por un cilindro de calentamiento o plastificación donde es derretido para ser inyectado en la cavidad del molde por medio de un pistón accionado hidráulicamente, o de un tornillo sinfín; la acción del tornillo no sólo es giratoria, sino que también se mueve longitudinalmente como el pistón de inyección, lo que permite incrementar la capacidad de inyección de la máquina. (Díaz, 2012, p. 19)

Las máquinas de inyección tienen sistemas hidráulicos que controlan el movimiento de los sistemas de inyección y cierre; y sistemas eléctricos, que controlan las temperaturas, flujo de agua, aceite, entre otros.

7.10.4.2. Moldeado por soplado

Para Díaz (2012):

El moldeo por soplado es un proceso utilizado para fabricar piezas de plástico huecas gracias a la expansión del material. Esto se consigue por medio de la presión que ejerce el aire en las paredes de la preforma, si se trata de inyección-soplado, o del parison, si se habla de extrusión soplado.

Este proceso se compone de varias fases, la primera es la obtención del material a soplar, después viene la fase de soplado que se realiza en el molde que tiene la geometría final, puede haber una fase intermedia entre las dos anteriores para calentar el material si fuera necesario, seguidamente se enfría la pieza y por último se expulsa. Para facilitar el enfriamiento de la pieza los moldes están provistos de un sistema de refrigeración así se incrementa el nivel productivo. (p. 28)

7.10.4.3. Moldeado por compresión

Según Díaz (2012):

El moldeo por compresión es uno de los procesos de transformación de plásticos más antiguo que existe Aparece descrito en bibliografía de principios del siglo XIX, aunque no comenzó a desarrollarse a escala

industrial hasta 1908, cuando Leo Baekeland desarrollo las resinas fenol-formaldehído, que siguen empleándose aún hoy en día.

El moldeo por compresión es un método de moldeo en el que el material de moldeo, en general precalentado, es colocado en la cavidad del molde abierto. El molde se cierra, se aplica calor y presión para forzar al material a entrar en contacto con todas las áreas del molde, mientras que el calor y la presión se mantiene hasta que el material de moldeo se ha curado.

El proceso se emplea en resinas termoestables en un estado parcialmente curado, ya sea en forma de pellets, masilla, o preformas. El moldeo por compresión es un método de alta presión, adecuado para el moldeo de piezas complejas, de alta resistencia con refuerzos de fibra de vidrio. (p. 32)

7.10.4.4. Moldeado por transferencia

Para Díaz (2012):

El moldeo por transferencia es un desarrollo a partir del moldeo por compresión en el que el compuesto de moldeo se introduce en una cavidad dentro del molde, de modo que al cerrar el molde el compuesto se transfiere hasta las diferentes cavidades de moldeo a través de una serie de canales

El proceso de transferencia es, por lo tanto, un proceso intermedio entre la inyección y la compresión y presenta una serie de ventajas y desventajas respecto a estos. El moldeo por transferencia está indicado en el caso de que se deseen moldear muchas cavidades o cuando el llenado del molde con el material de moldeo resulte problemático. (pp. 40-41)

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

HIPÓTESIS

RESUMEN DEL MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Productividad

1.1.1. Índice de productividad

1.1.2. Productividad laboral

1.1.3. Productividad parcial

1.1.4. Productividad laboral

1.1.5. Administración de la productividad

1.1.6. Mejoras de productividad

1.1.7. Ventajas de la alta productividad

1.1.8. Ventajas de la alta productividad

1.1.9. Importancia de incrementar la productividad

1.1.10. Factores que afectan la productividad

1.1.11. Ventajas de medir la productividad

1.2. Eficiencia

- 1.3. Eficacia
- 1.4. Competitividad
- 1.5. Rentabilidad
- 1.6. Definición de proceso
 - 1.6.1. Elementos de un proceso
 - 1.6.2. Registro de procesos
 - 1.6.3. Registros de producción
 - 1.6.4. Medios gráficos para analizar procesos
 - 1.6.5. Diagrama de flujo de proceso
- 1.7. Tiempo de preparación
- 1.8. Tiempo de operación
- 1.9. Tiempo improductivo
- 1.10. Ciclo de fabricación
- 1.11. Método 5'M
- 1.12. Diagrama causa y efecto
- 1.13. Plásticos
 - 1.13.1. Propiedades de los plásticos
 - 1.13.2. Tereftalato de polietileno
 - 1.13.3. Colorantes
 - 1.13.4. Métodos de conformación de plástico

2. RECOLECCIÓN DE DATOS

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS
APÉNDICES
ANEXOS

9. METODOLOGÍA

La realización de este trabajo busca por medio de la investigación describir propuestas de mejora en el proceso de soplado de envases PET abarcando también la inyección de preformas, con el objetivo principal de incrementar la productividad. La investigación tendrá un enfoque mixto cualitativo-cuantitativo, un diseño experimental y alcance descriptivo.

9.1. Características del estudio

El enfoque de la investigación es mixto, ya que se recolectarán y analizarán datos cualitativos y cuantitativos de forma integral que orienten a brindar propuestas para la solución del problema planteado. Cualitativos porque están compuestos por variables no numéricas siendo todos aquellos documentos que contengan descripciones y observaciones sobre los procesos de inyección de preformas y soplado de envases PET.

Cuantitativos porque se recopilará, analizará y medirán variables numéricas relacionadas a las cantidades de producción, jornadas laborales, cantidad de desperdicios, tiempos disponibles de los equipos y recurrencia de fallas en los mismos.

El alcance del estudio es de tipo descriptivo, debido a que se pretende expresar de una manera simple la situación que presenta la empresa en los procesos de inyección de preforma y soplado de envases PET y cómo estos pueden incrementar su productividad con un adecuado mantenimiento de los

equipos, capacitación del personal y sobre todo el monitoreo y control de dichos procesos a través de indicadores de desempeño.

También se hará una investigación de las técnicas para incrementar la productividad y se realizará una comparación de la situación actual y posterior a las propuestas brindadas describiendo las variables encontradas y las mejoras obtenidas.

El diseño adoptado será experimental debido a que luego de analizar los datos obtenidos mediante observaciones y descripciones del proceso actual, se procederá a la propuesta y puesta en marcha de posibles mejoras en los procesos, esto se hará directamente en la planta con duración de un mes como mínimo, para finalmente realizar una comparación de ambos escenarios.

9.2. Unidades de análisis

La población en estudio será todo el personal involucrado en el proceso de inyección de preforma, soplado de envases PET, encargados de área, colaboradores de mantenimiento y el encargado de producción que laboran en TIPSA Guatemala, será un total de diez personas. De las cuales se extraerán registros de las cantidades de producción, tiempos de ocio, productividades y eficiencias a lo largo de un mes de producción, para ser evaluadas en su totalidad.

9.3. Variables

Las variables que se evaluarán en la presente investigación son las siguientes:

- Productividad: es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema.
- Eficiencia: es la capacidad de alcanzar un objetivo con el mínimo de recursos posibles o en el menor tiempo posible.
- Merma: es una pérdida o reducción de un cierto número de mercancías dentro de un establecimiento, negocio o empresa que conlleva a una pérdida monetaria.
- Disponibilidad de equipo: es la proporción de tiempo de un sistema que está en condiciones de funcionamiento.
- Tiempo de paro: es la cantidad de tiempo que un equipo no se encuentra disponible para su utilización, especialmente por inconvenientes atribuidos a fallas y/o mantenimiento.
- Tipos de paros: clasificación y descripción de fallas en cierto equipo o sistema, pueden ser de tipo interno o externo al sistema.
- Puestos de trabajo: es la descripción de los requerimientos académicos, técnicos, capacitación, experiencias y lugar que ocupa una persona dentro de una organización.

A continuación, se sintetiza la información de las variables, clasificándolas por tipo:

Tabla IV. **Clasificación de variables**

Variable	Tipo de Variable	Indicador/definición operativa	Instrumento
Productividad	Cuantitativa	Eficiencia * Calidad	Reporte de producción
Eficiencia	Cuantitativa	Producción real / Capacidad Productiva	Reporte de producción
Merma	Cuantitativa	# de Productos defectuosos * Peso unitario	Reporte de producción
Disponibilidad de equipo	Cuantitativa	Tiempo programado – Tiempo de paro	Reporte de producción
Tiempo de paro	Cuantitativa	Número de horas perdidas.	Reporte de producción
Tipos de paro	Cuantitativa	Clasificación de los paros registrados.	Reporte de producción
Puestos de trabajo	Cualitativa	Busca conocer el nivel de idoneidad del personal en cada puesto de trabajo.	Descripciones de puesto

Fuente: elaboración propia.

9.4. Fases del estudio

Para la realización del presente estudio se desarrollarán cuatro fases principales, las cuales permitirán el cumplimiento de los objetivos de la investigación. Las fases son las siguientes:

- Fase 1: Investigación sobre incremento de Productividad

Inicialmente se hace necesario realizar una búsqueda de información teórica y bibliografía existente sobre el incremento de productividad y los factores que influyen en ella, esto con la finalidad de poder realizar el marco teórico del trabajo de investigación que soporte y fundamente la solución a la problemática y necesidades planteadas.

En esta fase se realizará un análisis de la información de organizaciones nacionales e internacionales que aporte al desarrollo de la investigación y que sustente las propuestas que solucionen el o los problemas en los procesos de inyección de preforma PET y de soplado de envases PET.

- Fase 2: Estudio y análisis de la situación actual de los procesos

Para empezar esta fase se implementará un documento para el registro y recopilación de información que ayudará a conocer el estado actual de los procesos en estudio. El documento que se creará e implementará aportará información sobre cantidades producidas por turno, merma, tiempo de trabajo programado, tiempos de paro, motivo del paro, nombre de operador responsable, fecha de producción y tiempo de ciclo.

Se capacitará al personal involucrado en el proceso de inyección y soplado de preforma para la adecuada anotación de la información requerida en el formato creado. La recolección y digitación de dicho documento se realizará diariamente y se registrará en el formato creado en una hoja electrónica y en la cual se calcularán las variables e indicadores requeridos para el estudio, esto se realizará durante un mes continuo.

También se elaborarán los diagramas de flujo de proceso para las máquinas inyectoras y sopladoras de preformas. Se realizarán entrevistas al personal involucrado en procesos, al personal de mantenimiento y supervisores. Con la finalidad de conocer sus puntos de vista y sugerencias para el proceso.

Además, se observará en planta la realización de sus tareas diarias. Posterior a ello se analizará la información recabada y se elaborará un diagrama de causa y efecto para conocer la posible o posibles causas-raíz de la baja productividad en los procesos.

- Fase 3: Realización, evaluación y presentación de propuestas de mejora

Posterior al análisis de la situación actual, se procederá a redactar propuestas de mejora que se consideren factibles. El criterio de evaluación de factibilidad de las soluciones será mediante el estudio económico que conlleva la implementación de cada una de las propuestas, así como también la capacidad técnica que requerirá la implantación de lo propuesto.

Luego de ello, se realizará la presentación de propuestas de mejora al encargado de la planta. Se espera la aprobación de ellas y poder así definir el tiempo de implementación.

- Fase 4: Implementación de propuestas

En esta fase se implementarán las propuestas que fueron factibles técnica y económicamente. También se utilizará el formato de registro de producción de la misma manera que se realizó en el estudio de la situación actual, esto con el fin de tener métricas de comparación entre ambos escenarios.

- Fase 5: Análisis de beneficios obtenidos

En esta fase se describirán los beneficios obtenidos de las propuestas brindadas, utilizando para ello una tabla comparativa de la situación previa versus la situación posterior a las propuestas brindadas.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para el análisis de información observada y recolectada en el desarrollo de cada una de las fases de la investigación se utilizarán diversas técnicas de estadística descriptiva con la finalidad que sirvan para cumplir con los objetivos planteados y se puedan realizar las conclusiones del estudio.

En la primera fase se revisará bibliografía relacionada con el incremento de productividad y los factores que influyen en ella. Adicionalmente se investigará teoría acerca de los procesos de inyección y soplado de preformas y demás definiciones que permitan conocer del tema en estudio. Esto servirá de base para comprender mejor los procesos productivos que se tienen en la planta de producción en donde se realizará el estudio.

En la segunda fase se realizará un diagnóstico de la situación actual de los procesos de inyección y soplado de la empresa. Para ello inicialmente se implementará un documento para el registro de información concerniente al proceso productivo en cada uno de los procesos en estudio, para ello se capacitará al personal para el uso adecuado del documento.

La información recopilada se digitalará en una hoja electrónica, en la cual se calcularán indicadores de interés para el estudio. Se realizará observación directa de los procesos en estudio y se elaborarán diagramas de flujo, los cuales serán analizados con la finalidad de determinar si existen cuellos de botella en el proceso.

Posteriormente se realizarán entrevistas con el personal involucrado en los procesos, ya que son ellos los que conocen mejor los equipos, y por ende puedan brindar ideas para mejorar o bien puedan indicar las limitaciones existentes. Estas entrevistas también ayudarán a conocer el nivel de experiencia del personal en los procesos y servirá para conocer la necesidad de capacitaciones. Los puestos a ser entrevistados serán los operadores de los equipos, encargados de turno, personal de mantenimiento, bodeguero y encargado de mezclas.

Posteriormente se realizarán entrevistas con el personal involucrado en los procesos, ya que son ellos los que conocen mejor los equipos, y por ende puedan brindar ideas para mejorar o bien puedan indicar las limitaciones existentes. Estas entrevistas también ayudarán a conocer el nivel de experiencia del personal en los procesos y servirá para conocer la necesidad de capacitaciones. Los puestos a ser entrevistados serán los operadores de los equipos, encargados de turno, personal de mantenimiento, bodeguero y encargado de mezclas.

Posterior a ello se elaborará un diagrama de causa y efecto para conocer la posible o posibles causas-raíz de la baja productividad en los procesos. También se realizará un diagrama de Pareto para conocer el 80-20 de las causas de paro en el proceso.

En la fase tres se redactarán propuestas de mejora para atacar las posibles causas raíz de la productividad actual, estas propuestas se evaluarán económicamente para conocer si son factibles a corto, mediano o largo plazo. Las propuestas y el costo de cada una de ellas serán presentados a la gerencia de planta para que las conozca y decida la implementación de cada una de ellas.

En la fase tres se redactarán propuestas de mejora para atacar las posibles causas raíz de la productividad actual, estas propuestas se evaluarán

económicamente para conocer si son factibles a corto, mediano o largo plazo. Las propuestas y el costo de cada una de ellas serán presentados a la Gerencia de planta para que las conozca y decida la implementación de cada una de ellas.

El siguiente paso será elaborar el plan piloto para la implementación de las propuestas planteadas. El plan tendrá una duración de 1 mes.

En la última fase se realizará un comparativo por medio de una matriz en una hoja electrónica enlistando los indicadores medidos en el proceso en la situación actual y los mismos obtenidos posterior a la implementación de las propuestas de mejora. Detallando los porcentajes de variación en cada una de ellas y enlistando los beneficios obtenidos en el plan piloto.

11. CRONOGRAMA

Tabla V. Cronograma

ACTIVIDAD	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Fase 1: Investigación sobre incremento de productividad	■	■	■	■																												
Fase 2: Estudio y análisis de la situación actual de los procesos					■	■	■	■																								
Fase 3: Presentación de propuesta									■	■	■	■	■	■	■	■																
Fase 4: Implementación de propuesta													■	■	■	■	■	■	■	■												
Fase 5: Análisis de beneficios obtenidos																	■	■	■	■												
Presentación de resultados																					■	■	■	■								
Redacciones de conclusiones																									■	■	■	■				
Redacción de recomendaciones																													■	■	■	■
Redacción de informe final																																

Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

La realización del estudio es factible dado que la empresa en la que se realizará brindará el apoyo necesario.

Para la realización del estudio la empresa ha brindado la autorización pertinente y apoyara con los siguientes recursos:

- Humanos: disponibilidad del personal que labora en la empresa, para brindar información requerida.
- Recursos para operación: la empresa apoyará con la obtención de documentos y archivos de información, productos para ensayos destructivos y no destructivos de ser requeridos, fotocopias, tiempo para entrevistas al personal, señal de internet.
- Infraestructura: facilitará con la utilización del equipo disponible en planta, específicamente las máquinas inyectoras y sopladoras de envases. También facilitará la utilización de los equipos de cómputo y mobiliario.

Los gastos financieros requeridos para la investigación serán aportados por el investigador, el detalle se indica en la tabla V.

Tabla VI. **Recursos necesarios para la investigación**

No.	Recurso	Descripción	Monto (Q)	Porcentaje
1	Humano	Tiempo investigador	Q. 7,000.00	70 %
2	Humano	Asesor	0	0 %
3	Operación	Papelería y Útiles	Q. 500.00	5 %
4	Operación	Combustible	Q. 1,000.00	10 %
5	Operación	Alimentación	Q. 500.00	5 %
6	Operación	Imprevistos	Q. 1,000.00	10 %
Total			Q 10,000.00	100 %

Fuente: elaboración propia.

13. REFERENCIAS

1. Agapito, L. (2011). *Propuesta para mejorar el nivel de servicio de los centros de distribución en una empresa embotelladora* (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional, México. Recuperado de <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/15763/1/LAA%20Tesis.pdf>
2. Arteplastica (11 de agosto, 2017). *Origen del plástico y su desarrollo*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://arteplastica.es/origen-del-plastico-desarrollo/>
3. Asturias Corporación Universitaria (2020). *El tiempo en los procesos: ¿Cómo Gestionarlo?* Madrid: Autor. Recuperado de https://www.centro-virtual.com/recursos/biblioteca/pdf/administracion_procesos_i/unidad3_pdf1.pdf
4. Baltodano, G. y Leyva, O. (noviembre, 2020). La productividad laboral: Una mirada a las necesidades de las Pymes en México. *Revista Ciencia Jurídica y Política*, 6(11), 15-30. Recuperado de <https://portalderevistas.upoli.edu.ni/index.php/5-revcienciasjuridicasypoliticas/article/view/633>
5. Carro, R. y González, D. (2012). *Productividad y competitividad*. Mar de Plata, Argentina: Universidad Nacional de Mar de Plata. Recuperado de

http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf

6. Chiavenato, I. (2009). *Gestión del Talento Humano*. México: Mc Graw Hill.
7. Colomo, N. (2013). *Ingeniería del reciclado en envases de tereftalato de polietileno (PET)* (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0743_M.pdf
8. Díaz, F. (2012). *Conformado de materiales plásticos*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m6/conformado%20de%20plasticos.pdf
9. Díaz, M. (2012). *Análisis contable con un enfoque empresarial*. España: EUMED. Recuperado de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2012b/1229/index.htm>
10. Evans, J. (2005). *Administración y control de la calidad*. México: Ed. International Thomson.
11. Flores, R. (2017). *Aplicación del método de las "5M" para determinar las posibles causas de un problema en un taller automotriz* (Tesis de licenciatura). Universidad Internacional del Ecuador, Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2316/1/T-UIDE-160.pdf>

12. García, R. (2005). *Estudio del Trabajo*. México: Mc Graw Hill.
13. García, S. (2012). *Ingeniería de Mantenimiento*. Madrid, España: RENOVETEC. Recuperado de <http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf>
14. Méndez, J., Rivas, C., Tupúl, J., Monterrosa, D, y Xec, E. (2018). *Factores que afectan a la producción y mejoramiento de la productividad*. Retalhuleu Guatemala: Universidad de Occidente. Recuperado de https://www.academia.edu/36793927/FACTORES_QUE_AFECTAN_LA_PRODUCTIVIDAD
15. Mokate, K. (2001). *Eficacia, eficiencia, equidad y sostenibilidad: ¿Qué queremos decir?* Washington, Estados Unidos: Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Eficacia-eficiencia-equidad-y-sostenibilidad-%C2%BFQu%C3%A9-queremos-decir.pdf>
16. Niebel, B. (1990). *Ingeniería Industrial Métodos Tiempos y Movimientos*. México: Alfaomega.
17. Pacifico, C. y Witver, D. (1983). *Administración Industrial*. México: Limusa, S.A.
18. Palom, F. (1991). *Círculos de Calidad: Teoría y práctica*. Barcelona, España: MARCOMBO, S.A.

19. Pérez, J. (2010). *Gestión por Procesos*. México: Alfaomega.
20. Ramírez, G. (2006). *La competitividad ... ¿a qué se refiere?*. Colombia: Instituto interamericano de Cooperación para la Agricultura. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ede/article/download/24712/25275/86693>
21. Sumanth, J. (2005). *Administración para la productividad total*. México: CECSA.

14. APÉNDICES

Apendice 1. Matriz de coherencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	RESULTADOS ESPERADOS
General	Objetivo general:	Tipo de investigación: Explicativa / Longitudinal	
¿Por qué se tiene Baja Productividad en el proceso de fabricación de preforma y envase de Tereftalato de Polietileno (PET) en Planta TIPSA Guatemala utilizando métodos de ingeniería?	Incrementar la Productividad en el proceso de fabricación de preforma y envase de Tereftalato de Polietileno (PET) en Planta TIPSA Guatemala utilizando métodos de ingeniería	Técnicas: <ul style="list-style-type: none"> • Investigación • Observación • Pareto • Ishikawa • Análisis estadístico • Entrevista 	Incrementar la Productividad en el proceso de fabricación de preforma y envase de Tereftalato de Polietileno (PET) en Planta TIPSA Guatemala
Problemas Específicos	Objetivos Específicos		Resultados Específicos
a. ¿Cuál es la capacidad de proceso actual de los equipos instalados en planta?	a. Determinar la capacidad de proceso de los equipos actuales para la fabricación de preforma y envases PET.	Instrumentos: <ul style="list-style-type: none"> • Equipo de medición • Computadora • Hojas electrónicas • Procesador de textos • Cronómetro • Cañonera 	a. Determinar la capacidad teórica de los equipos de inyección de preforma y soplado de envases PET instalados en planta.

Continuación apéndice 1.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	RESULTADOS ESPERADOS
b. ¿Cuál es el nivel de capacitación de los operadores sobre el uso de equipos de inyección y soplado PET?	b. Evaluar el nivel de capacitación de los operadores sobre el uso de equipos de inyección y soplado PET.	Como: Investigando el <i>Know-how</i> de los procesos de inyección y soplado de preformas en tesis, estudios previos, libros y solicitando asesoría de profesionales en el tema. Para poder aplicarlos en TIPSA.	b. Definir las necesidades de capacitación de los operadores de inyección y soplado PET.
c. ¿Cuáles son los indicadores idóneos para el control de proceso de inyección de preforma y soplado de envases PET?	c. Definir indicadores idóneos para el control de procesos de inyección y soplado PET.		c. Definir indicadores idóneos para el control de procesos de inyección y soplado PET.
d. ¿Qué factores influyen en la producción de preformas y envases PET?	d. Conocer los factores que influyen en la producción de preforma y envases PET.	Cuando: <ul style="list-style-type: none"> De julio 2020 a noviembre 2021 	d. Conocer los factores que influyen en la producción de preforma y envases PET.
e. ¿Qué acciones de mejora pueden realizarse en los procesos de inyección y soplado?	e. Generar propuestas de mejora en los procesos	Dónde: <ul style="list-style-type: none"> Área de producción Planta TIPSA Guatemala 	e. Generar propuestas de mejoras en los procesos que puedan ser realizables.

Continuación apéndice 1.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	METODOLOGÍA	RESULTADOS ESPERADOS
f. ¿Cuáles son los resultados de la implementación de las propuestas de mejora?	f. Implementación de plan piloto de 3 meses para evaluar la efectividad de las mejoras propuestas y análisis de resultados.	Con qué recursos: <ul style="list-style-type: none"> • Equipo de Medición • Personal de Producción • Asesores expertos en el tema 	f. Implementación de mejoras propuestas y obtención de resultados beneficiosos para la empresa.

Fuente: elaboración propia.

