



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Química

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO  
UTILIZANDO LA HERRAMIENTA SMED, SEGÚN LAS ESPECIFICACIONES  
ESTABLECIDAS EN LA NORMA FSSC 22000 EN LA SECCIÓN DE ENVASADO DE UNA  
INDUSTRIA ALIMENTARIA**

**David Eugenio Torres Catalán**

Asesorado por la MA. Inga. Ana Lucía Cordón Orellana

Guatemala, octubre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO  
UTILIZANDO LA HERRAMIENTA SMED, SEGÚN LAS ESPECIFICACIONES  
ESTABLECIDAS EN LA NORMA FSSC 22000 EN LA SECCIÓN DE ENVASADO DE UNA  
INDUSTRIA ALIMENTARIA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**DAVID EUGENIO TORRES CATALÁN**  
ASESORADO POR LA MA. INGA. ANA LUCIA CORDON ORELLANA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO QUÍMICO**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Williams Guillermo Álvarez
EXAMINADOR	Ing. Mario Mérida
EXAMINADOR	Ing. Julio Tay
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **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: ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO  
UTILIZANDO LA HERRAMIENTA SMED, SEGÚN LAS ESPECIFICACIONES  
ESTABLECIDAS EN LA NORMA FSSC 22000 EN LA SECCIÓN DE ENVASADO DE UNA  
INDUSTRIA ALIMENTARIA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudio de Postgrado, con fecha 26 de septiembre de 2017.

**David Eugenio Torres Catalán**



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Escuela de Estudios de Postgrado  
Facultad de Ingeniería  
Teléfono 2418-9142 / 2418-8000 Ext. 86226



AGS-MGIPP-036-2017

Guatemala, 26 de septiembre de 2017.

Director  
Carlos Salvador Wong  
Escuela de Ingeniería Química  
Presente.

Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **David Eugenio Torres Catalán** carné número **200412419**, quien optó 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 de Gestión Industrial**.

Y si 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 Decimo, 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.

Sin otro particular, atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

MBA. Ana Lucía Cordon Orellana  
Asesor (a)

Ana Lucía Cordon Orellana  
Ingeniera Química  
Colegiado Activo # 1980

Dra. Alba Maritza Guerrero Spinola  
Coordinadora de Área  
Gestión de Servicios

ALBA MARITZA GUERRERO SPINOLA  
INGENIERA INDUSTRIAL  
COLEGIADA No. 4611

MSc. Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrado



Cc: archivo /LA

RESOLUCIÓN DE JUNTA DIRECTIVA: Proceso de Graduación aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011.



Ref.EIQ.TG.033.2018

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el informe de la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería del estudiante, **DAVID EUGENIO TORRES CATALÁN**, ha optado por la modalidad de estudios de postgrado para el proceso de graduación de pregrado, que para ello el estudiante ha llenado los requisitos establecidos en el normativo respectivo y luego de conocer el dictamen de los miembros del tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el **Informe del Diseño de Investigación del Programa de Maestría en GESTIÓN INDUSTRIAL** titulado **"DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO UTILIZANDO LA HERRAMIENTA SMED, SEGÚN LAS ESPECIFICACIONES ESTABLECIDAS EN LA NORMA FSSC 22000 EN LA SECCIÓN DE ENVASADO DE UNA INDUSTRIA ALIMENTARIA"**. Procede a **VALIDAR** el referido informe, ya que reúne la coherencia metodológica requerida por la Escuela.

*"Id y Enseñad a Todos"*

Ing. Carlos Salvador Wong Davi  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Química

Guatemala, octubre de 2018

FACULTAD DE INGENIERIA USAC  
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA  
DIRECTOR

Cc: Archivo  
CSWD/ale



Agencia de Acreditación de la Asociación de Instituciones de Enseñanza Superior de Guatemala

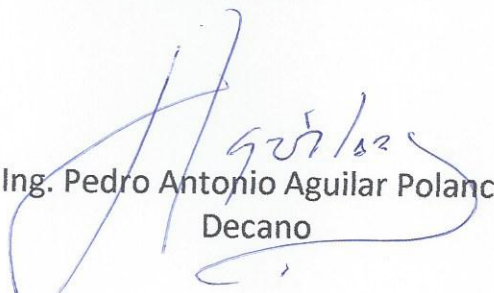




DTG. 401.2018

El Decano 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 Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO UTILIZANDO LA HERRAMIENTA SMED, SEGÚN LAS ESPECIFICACIONES ESTABLECIDAS EN LA NORMA FSSC 22000 EN LA SECCIÓN DE ENVASADO DE UNA INDUSTRIA ALIMENTARIA**, presentado el estudiante universitario: **David Eugenio Torres Catalán**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, octubre de 2018

/gdech



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. ANTECEDENTES .....	5
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	9
3.1. Descripción del problema .....	9
3.2. Formulación del problema .....	10
3.2.1. Pregunta central .....	10
3.2.2. Preguntas auxiliares de investigación.....	10
3.3. Delimitación (tiempo y espacio).....	11
3.4. Viabilidad de la investigación.....	11
3.5. Consecuencia de la investigación .....	12
4. JUSTIFICACIÓN .....	13
5. OBJETIVOS .....	15
5.1. General.....	15
5.2. Específicos .....	15
6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN .....	17



7.	MARCO TEÓRICO .....	19
7.1.	Industria alimentaria .....	21
7.1.1.	Operaciones unitarias en el procesado de alimentos .....	22
7.1.1.1.	Manejo de materiales .....	23
7.1.1.2.	Limpieza .....	23
7.1.1.3.	Mezcla .....	25
7.1.1.4.	Enfriamiento .....	26
7.1.1.5.	Deshidratación .....	26
7.1.1.6.	Envasado .....	28
7.1.2.	Consomé granulado .....	29
7.2.	Calidad e Inocuidad.....	30
7.2.1.	Calidad .....	30
7.2.2.	Inocuidad.....	32
7.2.3.	Productividad.....	34
7.2.4.	Competitividad.....	35
7.2.5.	SMED .....	36
7.2.6.	Pasos del SMED .....	38
7.2.6.1.	Paso 1: entender y evaluar la situación actual .....	38
7.2.6.2.	Paso 2: Registrar actividades de Set-Up.....	38
7.2.6.3.	Paso 3: analizar las actividades de Set-Up .....	38
7.2.6.4.	Paso 4: ejecutar las acciones.....	38
7.2.6.5.	Paso 5: estandarizar soluciones .....	39
7.2.7.	Trabajo estándar .....	39
7.3.	Envasado plástico .....	39
7.3.1.	Principales características.....	41
8.	CONTENIDO DEL INFORME .....	43

9.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	45
9.1.	Diseño .....	45
9.2.	Tipo de estudio .....	45
9.3.	Alcance.....	46
9.4.	Variables.....	46
9.5.	Fases.....	48
9.6.	Propósito .....	50
9.7.	Resultados esperados.....	50
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	53
11.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	55
12.	RECURSOS .....	57
13.	BIBLIOGRAFÍA .....	59
14.	ANEXOS .....	63



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Propiedades de varios detergentes de limpieza.....	24
2.	Mezcladora Lodige.....	26
3.	Proceso de deshidratación.....	27
4.	Esquema de un evaporador triple efecto de alimentación concurrente.....	28
5.	Manera en la que la calidad contribuye a la rentabilidad.....	32
6.	Comunicación dentro de la cadena alimentaria.....	33
7.	Creación de un sistema de producción flexible.....	37
8.	Disminución de la resistencia de polipropileno y CPET con la temperatura.....	40
9.	Molécula del PET.....	41
10.	Cronograma de actividades.....	55

### TABLAS

I.	Ingredientes básicos para concentrado de tomate con pollo.....	30
II.	Especificaciones físicas y químicas para el consomé pollo y/o gallina.....	30
III.	Variables e indicadores propuestos.....	48
IV.	Costos y recursos del diseño de investigación.....	57



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>°C</b>	Grado centígrado
<b>g.</b>	Gramo
<b>Hr.</b>	Hora
<b>Kg.</b>	Kilogramo
<b>%</b>	Porcentaje
<b>Q.</b>	Símbolo de la moneda Quetzal



## GLOSARIO

<b>8 pasos de Kotter</b>	8 pasos propuestos por John Kotter para el manejo del cambio en las organizaciones.
<b>ANSI</b>	Instituto Nacional de Estándares Estadounidense.
<b>ASQ</b>	Sociedad Americana de la Calidad.
<b>ASQC</b>	Sociedad Americana para el control de la calidad.
<b>Cadena de valor</b>	Es un modelo teórico que permite describir el desarrollo de las actividades de una organización empresarial generando valor al cliente final.
<b>Cambio de formato</b>	Paro planeado para cambiar de un producto al siguiente, incluida la limpieza, inicio y puesta en marcha (tiempo entre el último producto bueno de una corrida de producción y el primer producto bueno de la siguiente corrida (tiempo perdido del cuello de botella)).
<b>Consumidor</b>	Se define como la persona que realmente utiliza un producto.
<b>Diagrama de espagueti</b>	Un diagrama de espagueti o spaghetti chart es la representación de cómo es el movimiento de los



operarios dentro de su puesto de trabajo, busca conocer cada movimiento del empleado para a posteriori buscar cuál es el orden más lógico para máquinas, armarios, otros puestos de trabajo y ganar en eficiencia dentro de la empresa, en primer lugar reduciendo tiempo de desplazamientos de operarios y aumentando el rendimiento de producción.

<b>ETA</b>	Enfermedades de transmisión alimentaria.
<b>ERCS</b>	Herramienta que se utiliza en la metodología SMED para tomar acciones sobre las actividades que se puedan eliminar, reducir, combinar y simplificar.
<b><i>FSSC 22000</i></b>	Sistema de certificación de la seguridad alimentaria.
<b>ISO</b>	Organización internacional de estandarización.
<b>ISO 22000:2005</b>	Sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos - Requisitos para cualquier organización de la cadena alimentaria.
<b><i>Just in Time</i></b>	Metodología japonesa para crear flujo en un sistema de cadena de valor.
<b>Línea de producción</b>	Una línea de producción es un conjunto de operaciones secuenciales en una fábrica de materiales que se ponen, a través de un proceso

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

**OPRP** Procedimiento de programa de prerrequisito operacional.

**Paros no programados** Es el tiempo perdido, debido a eventos no planificados que ocurren durante la operación de la línea, impidiendo la producción.

**Paros programados** Es el tiempo utilizado para realizar actividades planeadas y durante el cual la línea no está produciendo. Estas detenciones están asociadas a un estándar.

**PET** *Tereftalato de polietileno.*

**Productividad** La productividad es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.

***Project Charter*** Es el proceso que consiste en desarrollar un documento que autoriza formalmente un proyecto o una fase y en documentar los requisitos iniciales que satisfacen las necesidades y expectativas de los interesados.

**PRP** Procedimiento de programa de prerrequisito

<b>Pull</b>	Sistema de distribución que consiste en producir según las necesidades del consumidor final. El enfoque pull se asocia con los sistemas JIT ( <i>Just in Time</i> ) y es considerado como un sistema flexible.
<b>Push</b>	Sistema de distribución que consiste en motivar la venta a través de publicidad o incentivos en los canales de distribución. El enfoque push se asocia con los sistemas MRP ( <i>Material Requirement Planning</i> ) y es considerado como un sistema rígido.
<b>Salmonella</b>	Salmonella es un género de bacterias patógenas que pertenece a la familia Enterobacteriaceae, formado por bacilos Gram negativos, anaerobios facultativos, con flagelos peritricos y que no desarrollan cápsula ni esporas.
<b>Set Up</b>	Se define set-up en la organización como el conjunto de variedades disponibles para producir en determinada línea de producción.
<b>SMED</b>	Herramienta de la metodología <i>Just in Time</i> que nos permite disminuir tiempos de <i>Set-Up (Single minute Exchange of die)</i> .
<b>TPS</b>	Sistema de producción Toyota.

# 1. INTRODUCCIÓN

El problema principal que se investigará en el diseño de investigación será la disminución de los riesgos de calidad e inocuidad y aumentar la productividad de la organización, a través de la sistematización en una línea de envasado de una industria alimentaria, a través de la herramienta de producción esbelta SMED (acrónimo de Single-Minute Exchange of Die), cumpliendo con los requisitos normados en la norma FSSC 22000 y se llevará a cabo utilizando una metodología descriptiva.

La importancia que ha tomado el cuidado de la integridad del consumidor al entregarle productos que cumplan sus expectativas a un precio competitivo, ha generado la necesidad de la creación de procesos óptimos y eficientes, los cuales brindan un marco ideal en temas de inocuidad y productividad junto con la búsqueda constante de la mejora continua, para desarrollar este diseño de investigación.

Para llevar a cabo la metodología se dividirán en 4 fases en las cuales se subdividirán los pasos para lograr los objetivos de la investigación, comenzando con la revisión documental, buscando bibliografía que permita desarrollar de la mejor manera dicho diseño, luego se diagnosticará la situación de la empresa utilizando la herramienta ERCS (eliminar, reducir, combinar o simplificar) y diagramas de Spaghetti, así analizar las mejoras que se llevarán a cabo en la implementación de la sistematización en los tiempos muertos del proceso productivo y realizar el Project Charter; posteriormente se propondrá la actualización del estándar del proceso productivo, a través de la metodología SMED asegurando el cumplimiento de la norma FCSS 22000 y se asegurará la

sostenibilidad de los resultados obtenidos a través del seguimiento en las distintas reuniones operacionales de la organización.

Los resultados esperados en este diseño de investigación serán sostener la confiabilidad del consumidor, a través de la mitigación de riesgos de calidad e inocuidad y aumentar la rentabilidad de la organización, mediante de la creación de procesos competitivos; esto se llevará a cabo, a través de la herramienta SMED de reducción de tiempos y estandarización de procedimientos, la cual brindará al equipo nuevos conocimientos relacionados primeramente con la metodología y las herramientas que conlleva su utilización.

El diseño de investigación soportará en su ensayo las herramientas necesarias como toma de datos, diagrama de Pareto, análisis de tiempos, diagrama de Espagueti, ERCS para la reducción de riesgos de inocuidad al realizar la actividad.

Para desarrollar, proponer e implementar la nueva sistematización de los tiempos muertos en el proceso productivo. El presente diseño de investigación cuenta con 4 capítulos: el primero brinda toda la información teórica de la industria alimenticia la metodología SMED, la norma FCSS 22000 y todo lo relacionado con la operación unitaria de envasado. El segundo capítulo brinda un enfoque general de la organización y de la situación de la empresa, así como, describe el proceso completo de envasado y los riesgos que se presentan en el proceso productivo. En el tercer capítulo, se analizará la situación de la empresa y los resultados que se obtendrán con dicha implementación. Para terminar con el cuarto capítulo en donde se propondrá e implementará la sistematización del proceso productivo en la línea de envasado en una industria alimenticia.

Los pasos de la metodología SMED consisten en evaluar y comprender la situación de la empresa definiendo, a través de un plan de trabajo el alcance, los objetivos, el equipo de trabajo y el cronograma de actividades principales, también se realizará un registro de actividades para su posterior análisis, y por último, se sistematizará el proceso productivo para asegurar la adherencia a la norma FSSC 22000 y crear un sistema sostenible en temas de inocuidad, calidad y productividad.



## 2. ANTECEDENTES

Existen diversos riesgos dentro de la industria alimentaria, los cuales se deben mitigar y en su defecto controlar, como son todos los riesgos por calidad e inocuidad, la falta de control sobre dichos riesgos representan un alto índice de probabilidad que existan brotes de enfermedades de transmisión alimentaria o ETA's como lo menciona Villacís en sus Tesis de maestría de Gestión de la Calidad (2015 Pág. 4). Sobre la importancia de trabajar dentro de las más estrictas normas higiénicas, debido al aumento de la aparición de ETA's (Enfermedades de transmisión alimentaria) durante los años de 1994-2012, y así disminuir o mitigar la probabilidad de dichas enfermedades causadas por la ingestión de agua y/o alimentos contaminados que en su mayor parte se da al consumir productos prefabricados masivamente, por lo que se busca mitigar los brotes de dichos patógenos.

Para el control de las ETA's en potencia se cuentan con algunas normas internacionales, las cuales regulan y legislan el sistema de gestión a través de buenas prácticas internacionales, como lo menciona Juárez en sus Tesis de maestría de Gestión de la Calidad con Especialidad en Inocuidad de Alimentos (2010, Pág. 8). En donde hace mención que no es suficiente contar con un sistema de buenas prácticas de manufactura para contener los riesgos en la inocuidad alimentaria, ya que dichas BPM solo regulan los procedimientos de la manufactura sin darle la criticidad del caso al cuidado de la salud del consumidor, por lo que dentro de la familia de normas ISO se cuenta con la norma ISO 22,000:2005, la cual regula esas buenas prácticas enfocadas en la inocuidad alimentaria para la administración de un sistema de calidad, asegurando los lineamientos para la inocuidad del producto, así como la mejora



continua y gestión del sistema y una correcta integración con los demás sistemas ya implementados.

Aun cuando se tengan ciertos controles para el aseguramiento de la calidad e inocuidad, estos controles deben de adherirse a una norma internacional FSSC 22,000, se debe de asegurar una matriz de requisitos obligatorios, según la organización o giro de negocio lo permita, para asegurar que los ingredientes utilizados en la operación cumplan con lo solicitado en dicha norma internacional, principalmente si se está certificado bajo algún sistema de cumplimiento y cumplir con los como lo concluye Orellana (2014 Pág. 54) en su Tesis de la maestría de Gestión de la Calidad con Especialización en Inocuidad de Alimentos.

Para lograr los objetivos de productividad de la implementación se requiere, no solo una herramienta que cuide de los puntos críticos de control, sino que también aumente la productividad de la línea, y al mismo tiempo estandarice para su posterior seguimiento la actividad como lo menciona Alarcon (2014, pág. 109) en su Tesis de Magister en sistemas de producción y productividad en la que hace énfasis en que en los sistemas actuales de producción para estar en la vanguardia con las necesidades del mercado se deben de utilizar herramientas que contribuyan en la planificación de la producción como es la metodología SMED de cambio de formato en menor tiempo sin afectar la calidad del mismo, eliminando el paradigma actual de la realización de dicha actividad.

Los resultados de la implementación de dichas metodologías brindarán a la organización un nuevo enfoque de mejora, utilizando e integrando correctamente cada sistema en un mismo estándar, esto se puede lograr cuando dichas iniciativas de mejora continua se proponen, a través de un

cambio de mentalidad de la organización generando nuevas oportunidades y adquiriendo mayor capacidad y flexibilidad, a través de la manufactura esbelta con sus herramientas específicas de SMED y Trabajo Estándar, y desde luego asegurando la calidad e inocuidad del producto como lo menciona Ocampo (2014, pág. 83) en su trabajo de graduación de maestría de Ingeniería Industrial



### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Incumplimiento de los objetivos de inocuidad respecto a la certificación de la norma FSSC 22000 y su relación con la productividad del consomé deshidratado en Frascos PET en el proceso productivo utilizando herramientas de producción esbelta, impactando directamente en los indicadores claves de la empresa.

#### **3.1. Descripción del problema**

La organización en donde se desarrollará el diseño de investigación es una industria, la cual cuenta con diversas áreas funcionales, siendo la industria de culinarios una de las más importantes para la región de Latinoamérica, por lo que se debe adherir a los estándares mundiales para el cumplimiento de las diversas regulaciones de calidad, inocuidad y productividad, para asegurar la competitividad en el mercado.

Para lograr la excelencia en entrega a los consumidores, se deben de proponer objetivos desafiantes año con año y así asegurar el cumplimiento en calidad e inocuidad, ya que la empresa se encuentra certificada y hacer una integración entre calidad y productividad, a través de la herramienta SMED. Por lo que el enfoque específico de este diseño de investigación será crear eficiencia y asegurar la calidad e inocuidad de los alimentos, a través de la estandarización del proceso productivo.

El sector de Frascos PET es uno de los sectores con mayores oportunidades de mejora; en dicho sector se evidencia la prioridad de trabajar

en reducir sus pérdidas operacionales y aumentar el tiempo de buena producción para el cumplimiento de entrega propuesto al consumidor, sin afectar la calidad del producto al adherir la nueva estandarización con la norma FSSC 22000. Actualmente dicho sector cuenta con un porcentaje de productividad de un 67,9 % siendo el mayor contribuyente los tiempos muertos de paros programados, los cuales son determinados por la demanda del mercado, por lo que los esfuerzos de este diseño de investigación se centrarán en las herramientas que ayuden a disminuir dicha pérdida operacional y aumentar la productividad. Se utilizará la herramienta SMED como herramienta de manufactura esbelta para genera el nuevo estándar de operación de dicho proceso productivo.

### **3.2. Formulación del problema**

#### **3.2.1. Pregunta central**

¿Qué metodología de manufactura esbelta se puede utilizar para reducir el tiempo en el proceso productivo asegurando en la estandarización la seguridad, calidad e inocuidad alimentaria en el sector de frascos de una fábrica de productos deshidratados?

#### **3.2.2. Preguntas auxiliares de investigación**

- ¿Cómo se lleva a cabo el proceso productivo para la línea de una industria alimentaria respecto a la calidad, inocuidad y productividad alimentaria?

- ¿Qué factores son deficientes en temas de calidad, inocuidad y productividad en el proceso productivo para alcanzar los objetivos en la línea de producción de una industria alimentaria?
- ¿Cómo mejoraría estándares de la línea de producción de una industria alimentaria a través de indicadores que aseguren la sostenibilidad al implementar la metodología SMED y cumpliendo con la normativa FSSC 22000?
- ¿Qué resultados conlleva la estandarización de la reducción del tiempo del proceso productivo asegurando la calidad, inocuidad y productividad de la actividad?

### **3.3. Delimitación (tiempo y espacio)**

La investigación consistirá en la toma de tiempos muertos del proceso productivo durante un período de 5 meses del 2016-2017 en la línea de producción de Consomé deshidratado en el formato de frascos PET de 225g, esto se realizará en una fábrica de productos culinarios ubicada en el municipio de la Antigua Guatemala del departamento de Sacatepéquez.

### **3.4. Viabilidad de la investigación**

El ensayo de este diseño de investigación, se llevará a cabo en una fábrica de productos culinarios, uno de sus productos principales es el consomé utilizado como sazónador en el sector ya mencionado. Dicha investigación cuenta con la aprobación del Gerente General, el cual puso a disposición de la misma los recursos y tecnologías necesarias para la captura de datos, análisis e implementación de las mejoras en temas de reducción de tiempos

programados y adherencia a la norma FSSC 22000. Adicionalmente cuenta con el recurso humano, tecnológico y financiero, por lo que la investigación es viable.

### **3.5. Consecuencia de la investigación**

La consecuencia del análisis por medio de una metodología SMED en una línea de producción dará un resultado positivo en la estandarización de las diversas actividades de su proceso productivo, optimizando los tiempos, eliminando riesgos en la calidad e inocuidad de los alimentos cumpliendo los requisitos según lo normado en la FSSC 22000, así mismo estos estándares se replicarán en los demás tiempos muertos programados de dicha línea de producción utilizando un plan maestro operacional para la ejecución de las acciones. Por otra parte, brindará a todo el personal operativo las herramientas necesarias en temas de conocimiento, para alcanzar los objetivos propuestos por la organización cerrando la brecha que se tiene en temas de competencia de los operadores.

En caso no se lleve a cabo dicha investigación, la organización seguirá teniendo una no conformidad mayor, según dicta la norma FSSC 22000 y no cumplirán los objetivos de productividad planteados.

## 4. JUSTIFICACIÓN

El presente diseño de investigación integra en sus principales objetivos, las líneas de investigación de calidad en la asignatura de Calidad Total de la Producción en el cumplimiento de los requisitos de la norma FSSC 22000 y su relación con productividad en la asignatura de Implementación de Sistemas de Calidad al desarrollar la herramienta de manufactura esbelta de aumento de la productividad, a través de la reducción de tiempo muerto en el proceso productivo SMED dentro de la industria alimentaria.

La importancia de estandarizar un procedimiento para el disminuir el tiempo muerto programado en el proceso productivo de consomé en su formato de Frascos PET se cuantifica, según las aristas que impacte, en temas de calidad e inocuidad, se eliminarán los riesgos de brotes de ETA's tanto en la línea de producción como en el producto final; así mismo en temas de productividad, es importante debido a que los objetivos planteados para la línea de operación no se llegarán a cumplir si no se reduce el tiempo de paros programados.

Esta investigación se llevará a cabo cubriendo la necesidad de la organización para cumplir las especificaciones del proceso en temas de calidad e inocuidad alimentaria que especifica la norma FSSC 22000, así mismo, el cumplimiento de los objetivos planteados de productividad en la línea de producción de Frascos PET de un 67,9 % a un 72,2 %, buscando a través de la metodología SMED, la correcta estandarización del proceso que impacte a ambas necesidades principales.



La principal motivación del investigador, es brindar, a través de la metodología SMED, un procedimiento estándar, que primeramente reduzca los riesgos en temas de calidad e inocuidad en los que la actividad de producción podría incurrir al realizar la actividad del proceso productivo, y segundo, implementar la metodología antes mencionada, para optimizar la actividad y brindarle al consumidor actividades que realmente agreguen valor al producto. Por otro lado, se busca por parte del investigador, adquirir los conocimientos y experiencia necesaria para realizar este tipo de proyectos de impacto bilateral.

Los beneficios tangibles que entregará esta investigación son: para la organización, aumentar la competitividad de organización, mediante la creación de un sistema flexible al disminuir los tiempos muertos de producción, para los colaboradores, facilitar el proceso productivo, mediante la utilización del estándar asegurando la inocuidad y calidad de la producción, para el consumidor, la confiabilidad de adquirir un producto de alta calidad, cumpliendo todos los requisitos de inocuidad que se encuentran normados en la FSSC 22000 a un precio competitivo sin haber sido sancionado por costos extras en la producción, para el investigador, la adquisición de nuevos conocimientos respecto a la metodología SMED y la norma FSSC 22000, mediante la propuesta e implementación de dicho diseño de investigación, para el inversionista, al generar un producto con mayor margen de ganancia contribuyendo al crecimiento orgánico de la compañía, a la comunidad, por percibir un menor impacto en temas ambientales al reducir y controlar el procedimiento en el sector de Frascos de la fábrica de productos alimenticios.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

Estandarización del proceso productivo utilizando la herramienta SMED, según las especificaciones establecidas en la FSSC 22000 en la sección de envasado en una industria alimentaria.

### **5.2. Específicos**

- Diagnosticar ERCS para la optimización del cambio de formato en la línea de envasado en una industria alimentaria.
- Analizar los puntos de mejora respecto a la calidad, inocuidad y productividad en el cambio de formato para alcanzar los objetivos en la línea de producción de una industria alimentaria.
- Proponer una rutina estándar de verificación por medio de la metodología SMED, para la mejora de la productividad y la adherencia a las especificaciones de la norma FSSC 22000.
- Aumentar la productividad en la línea de producción de Frascos PET en a un 72,2 % y crear los indicadores que aseguren el cumplimiento de la adherencia a las especificaciones de la norma FSSC 22000, para la calidad e inocuidad del proceso.



## 6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE LA SOLUCIÓN

El diseño de investigación surge del análisis para cubrir la necesidad de cumplir los requisitos de la norma de calidad e inocuidad FSSC 22000 e integrarlo con el desarrollo de la herramienta de producción esbelta, los cuales se especifican para el aseguramiento de la inocuidad de cualquier alimento destinado para el consumo humano. Para la estandarización de los tiempos muertos en el proceso productivo, se utilizará la herramienta de reducción de tiempos SMED, la cual eliminará las actividades innecesarias, estandarizará y combinará aquellas actividades que si agregan valor al proceso productivo, creará rutinas de limpieza programadas y simplificará actividades que tienen cierto nivel de complejidad. La importancia de la realización de estas actividades dará como resultado la mejora en temas: calidad e inocuidad, reduciendo y estandarizando los riesgos, que puedan existir durante la actividad en la línea de producción de frascos PET.

- El esquema de solución del trabajo de investigación consiste en:
  - Realizar la revisión documental para determinar cuáles son las tendencias en el mercado de la industria alimenticia en temas de proyectos de mejora para aumentar la calidad, inocuidad y productividad, enfocando los esfuerzos en las herramientas SMED y la norma FSSC 22000.
  - Diagnosticar la situación de la empresa, a través de las herramientas ERCS, diagrama de Spaghetti, esto para entender las actividades y movimientos clave a optimizar, identificar las

actividades internas y externas del cambio de formato para generar acciones sobre las mismas.

- Analizar y registrar los movimientos de los operadores en el proceso productivo para determinar el alcance del proyecto, crear una serie de tiempo en base a los datos históricos para plantear el objetivo a alcanzar, estimar los beneficios, crear el equipo de trabajo, hacer la planeación del proyecto y realizar el Project Charter.
- Teniendo ya mapeadas las actividades del proceso productivo en internas y externas, se convertirán las actividades internas que no agregan valor en actividades externas y utilizar el análisis de ERCS para crear planes de acción. Ejecutar las acciones planteadas, se priorizan las acciones y se verifica si se están cumpliendo los objetivos creando la propuesta de la rutina estándar.
- Estandarizar las soluciones, esto con base en las especificaciones del proceso, tomando en cuenta las normas FSSC 22000, se estandarizará el procedimiento correcto para la realización de las actividades en el proceso productivo; posteriormente se entrenará y se le dará seguimiento a los resultados obtenidos para asegurar la sostenibilidad de los resultados.

## **7. MARCO TEÓRICO**

El marco teórico está subdividido en tres capítulos, los cuales la respaldan teóricamente los conceptos ensayados en el diseño de investigación, iniciando con el capítulo 1, en el cual se describe todo lo relacionado con la industria alimentaria, desde sus orígenes y desarrollo tomando en cuenta las principales operaciones unitarias que se pueden practicar en dicha industria haciendo énfasis en el envasado de productos, los cuales deben de tener cierto cuidado en temas de inocuidad alimenticia; posteriormente en el capítulo 2, se describe la metodología ensayada para la reducción de tiempos SMED, en el cual se listan los pasos y los principales beneficios en su implementación, así mismo se incluye la norma FSSC 22000 y su integración con la metodología a utilizar en base al cumplimiento de los objetivos y los puntos críticos que se deben de tomar en cuenta en la sistematización de la actividad productiva; en el capítulo 3, se encontrarán todo lo relacionado a la operación unitaria de envasado dentro de la industria alimentaria, en el cual se describirá con mayor detalle dicha operación.

Desde tiempos remotos, la humanidad se ha adaptado a las necesidades del entorno en todos los aspectos de su vida, el sentido de supervivencia se ha hecho presente en cada etapa de la historia de la humanidad, y por supuesto, las fuentes de alimentación han evolucionado proporcionalmente al desarrollo innato del ser humano, iniciando principalmente en fuentes no balanceadas, según el origen y la región de la especie humana, a través de la historia se ha pasado de consumir alimentos crudos los cuales el organismo se adaptó a digerir, a consumir alimentos más tecnificados y con procesos previos para su preparación, debido a esto se crearon diversas ramas alimenticias las cuales

fueron estudiadas desde muchos años atrás y se han venido delegando en las ciencias que estudian directamente los microorganismos que contienen los alimentos y su interacción con el organismo humano como lo menciona Potter & Hotchkiss (2007, pág. 3)

“Los alimentos provienen de células vivas que interactúan unas con otras, por lo que se componen en su mayor parte de sustancias bioquímicas comestibles, por lo que los especialistas en la materia trabajan constantemente en alimentos para comprender la afección con el almacenamiento y el procesado de los alimentos y su bioquímica”

Por otro lado, han surgido diversas industrias alimentarias, las cuales más allá de buscar suplir la necesidad del consumidor, busca la rentabilidad de sus procesos, por lo que la optimización de los mismos se vuelve factor primordial dentro de las actividades del día a día, en comparación con los otros sectores mercantiles, la industria alimentaria ha ido desarrollando diversas normas de calidad e inocuidad, las cuales en combinación con metodologías provenientes de otros sectores mercantiles, logran una sinergia a medida que se vayan implementando, en este diseño de investigación se integrarán, tanto las normas de inocuidad de la ISO 22000 y la metodología SMED de reducción de tiempos.

Es importante mencionar la interrelación de las distintas áreas que fungen un papel importante de motor en el desarrollo de la industria alimentaria, formando una verdadera sinergia limitando y rompiendo esas barreras para el estudio de dicha industria como lo menciona Baudi (2013, pág. XVII)

La ciencia de los alimentos es un área multidisciplinaria, integrada por la Química, la Biología, la Microbiología y la Ingeniería, que en las últimas

décadas ha cobrado gran relevancia. En el estudio de los alimentos a lo largo de la cadena alimenticia

### **7.1. Industria alimentaria**

Es uno de los segmentos más importantes del comercio, ya que genera un valor agregado desde el consumidor final hasta el agricultor primario. Cuando se habla de industria regularmente se relaciona únicamente con la manufactura de un bien o servicio; sin embargo, se debe considerar toda la cadena de valor de dicho producto, desde la provisión de la materia prima hasta el uso que le da el consumidor; en la industria alimentaria desde el punto de vista de rentabilidad es una de las industrias más importantes a nivel mundial como lo menciona Potter & Hotchkiss (2007, pág. 17) “La industria alimentaria tiene gran importancia cualquiera que sea el criterio que se emplee para evaluarla”; sin dejar a un lado la importancia que conlleva para la organización generar proyectos de impacto con un bajo costo de inversión, principalmente para la industria alimentaria. Entre las principales actividades de la industria alimentaria se puede identificar diferentes operaciones unitarias las cuales nos presentan una metodología de realizar una actividad normada o estandarizada integrada por entradas de materia prima y salidas de producto final. Estas operaciones unitarias se han venido desarrollando durante el tiempo hasta que se han convertido en una ciencia para los alimentos como lo describe Potter & Hotchkiss (2007, pág. 17) “El conocimiento que los científicos de los alimentos tienen del ambiente en que trabajan aumentará al comprender la magnitud, los componentes, las interrelaciones y la adaptabilidad de la industria alimentaria”



### **7.1.1. Operaciones unitarias en el procesado de alimentos**

Dentro de la industria en general existen algunos procesos que sirven de referencia en la transformación de la materia prima en producto terminado, por lo cual se requieren de fundamentos fisicoquímicos, para lograr dichas transformaciones, estas transformaciones se logran a medida de que se gestionen correctamente cada operación de los diferentes procesos, a estas operaciones se les llama “Operaciones Unitarias”. Los procesos en la industria alimentaria en los que inicialmente se llevaban a cabo todas las actividades, han venido evolucionando, según la necesidad del mercado, la industria para suplir las necesidades del mercado han venido modificando las tecnologías para ajustar sus propios procesos a la demanda y precio que permita el consumidor. Sin embargo existen algunos procesos que aún se mantienen constantes y parten del mismo fundamento, y se les conoce como operaciones unitarias en el procesado de alimentos.

En la industria alimentaria se conoce un gran número de operaciones unitarias como lo menciona Potter & Hotchkiss (2007, pág. 77) “Sirvan como ejemplo la operación de mezcla, que incluye la agitación, el batido, la combinación de ingredientes, la difusión la dispersión, la emulsificación, la homogeneización, el amasado, la agitación y la formación de espuma, entre otros”, muchas de estas interrelacionadas en el mismo proceso, las cuales intervienen en la fabricación de un elevado surtido de productos alimenticios según sea la demanda y rentabilidad de la industria. Para el diseño de investigación se estudiarán las operaciones unitarias que interrelacionan en la fabricación tanto de semielaborado (consomé de pollo deshidratado en polvo) como en el envasado (se lleva a cabo en frasco PET), a través de las siguientes operaciones unitarias:

#### **7.1.1.1. Manejo de materiales**

Para un proceso productivo, el manejo de los materiales o materias primas es tan relevante como la operación de fabricación misma, debido a diversos factores que pueden llegar a alterar la transformación de materiales en la cadena de suministro. A lo largo del proceso de fabricación del consomé deshidratado, se le da seguimiento a los materiales desde su entrada hasta su despacho al consumidor final, y al manejo del desecho o distribución inversa; este manejo se lleva a cabo bajo las más estrictas medidas de calidad e inocuidad, por lo que el manejo de estos mismos materiales necesita tener el mismo cuidado. La manipulación de los materiales en la realización del diseño de investigación será uno de los factores clave en la estandarización de la actividad de cambio de formato, esta manipulación se realizará bajo los requisitos planteados en la norma internacional FCCS 22000, por medio de controles en cada etapa del proceso.

#### **7.1.1.2. Limpieza**

La operación unitaria clave dentro de la estandarización del cambio de formato es la de limpieza, esta se realiza en seco para cumplir con los requisitos de eliminación de riesgos de patógenos que se desarrollan en medios acuosos, como por ejemplo: la salmonella. Para dicha operación se deben de tener estandarizadas las actividades para la correcta aplicación, desde los instrumentos a utilizar hasta los métodos que se llevarán a cabo para la limpieza. La utilización de los distintos equipos para el proceso de fabricación de productos alimenticios requiere de ciertos cuidados especiales al momento de la limpieza, estos procedimientos deben de estar estandarizados según las normas de inocuidad alimentaria como lo describe Potter & Hotchkiss (2007, pág. 79) “Así como cada tipo de alimento requiere una limpieza especial, las



compromiso de cuidar los recursos hídricos de la comunidad creando valor compartido. Estas limpiezas siempre se llevan a cabo siguiendo los estándares de calidad e inocuidad, para evitar afecciones al consumidor final como lo menciona Cenzano, Madrid & Vicente (1993, pág. 566) “En todas las etapas de producción es necesario mantener una higiene adecuada para evitar infecciones que pueden tener efectos graves para la salud de los usuarios finales”.

#### **7.1.1.3. Mezcla**

En el proceso de elaboración del consomé en su primera etapa, se lleva a cabo un mezclado sólido-sólido de todos los ingredientes que lo forman; este mezclado se lleva a cabo en una mezcladora industrial Lodige, la cual procesa aproximadamente 7500 Kg/Hr, creando semielaborados homogéneos listos para su envasado posterior. La fricción interna que se produce dentro de la mezcladora provoca una elevación de la temperatura, por lo que en algunos materiales es necesario agregarlos a una temperatura baja para mitigar el impacto de dicho proceso.

Figura 2. **Mezcladora Lodige**



Fuente: Direct Industry (n.d.)

#### **7.1.1.4. Enfriamiento**

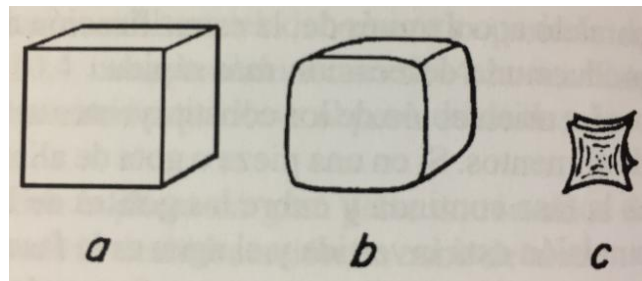
Debido a la naturaleza de los procesos, los semielaborados en su materia prima cuentan con grasa, la cual se debe de agregar a una temperatura que oscila entre  $-5^{\circ}\text{C}$  a  $9^{\circ}\text{C}$ . Esto para asegurar el sabor y la calidad del producto, para cumplir con estos parámetros de adición de los materiales, se les debe de eliminar la energía calorífica por medio de unas cámaras frías de  $-20^{\circ}\text{C}$   $-15^{\circ}\text{C}$ . Estas especificaciones varían de un material a otro dependiendo su proceso posterior y los ingredientes que se utilizarán para la creación del semielaborado.

#### **7.1.1.5. Deshidratación**

Los inicios de la deshidratación de los alimentos datan de hace más de 300 años con sus inicios en la desecación por medio de aire frío como lo menciona Potter & Hotchkiss (2007, pág. 221) “Los intentos de desecación artificial con aire caliente datan de finales del siglo XVIII” lo que da una referencia del avance que llevamos a nuestros días de esta operación unitaria

que desde sus principios se buscó para la conservación y manejo de los alimentos.

Figura 3. **Proceso de deshidratación**



Fuente: Potter & Hotchkiss (2007, pág. 230)

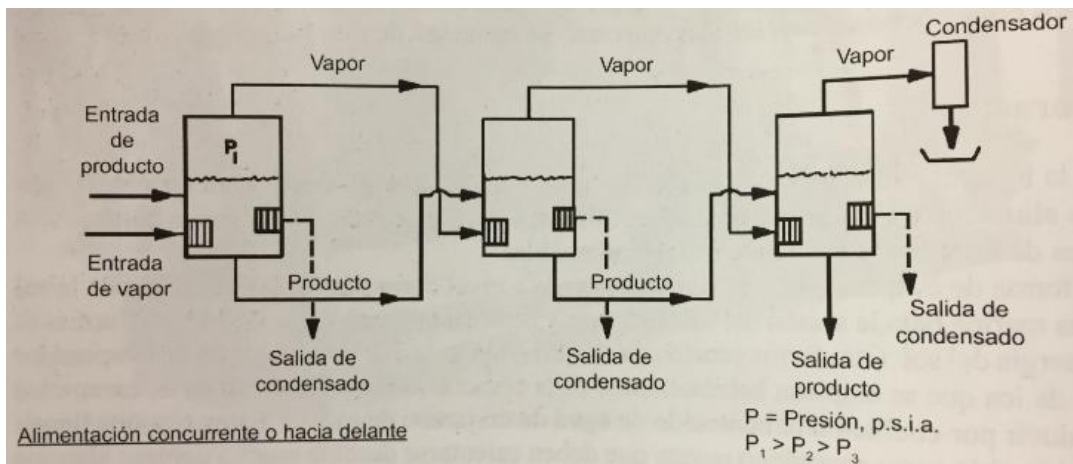
Tecnología alimentaria (n.d.)

“En la tecnología de los alimentos el término secado se refiere a la desecación natural, como la que se obtiene exponiendo la fruta a la acción del sol, y el de deshidratación designa el secado por medios artificiales, como una corriente de aire caliente. El secado de la fruta, el pescado o la carne, es un excelente método de conservación. La deshidratación impide el deterioro al inhibir el crecimiento de los microorganismos y reduce o detiene la actividad enzimática y las reacciones químicas. Los alimentos desecados se conservan casi indefinidamente, siempre y cuando no sean rehidratados.”

La materia prima de los procesos que se llevan en la industria en donde se ensayará en diseño de investigación en su gran mayoría son productos que para su posterior utilización estén deshidratados, la mayoría de esta materia prima se adquiere ya deshidratada y el resto se procesa en la fábrica para

cumplir con los parámetros de utilización, la deshidratación consiste en eliminar, parcial o totalmente el contenido de agua de los materiales, para dicha operación unitaria se tienen distintas herramientas las cuales utilizan el principio básico de intercambio de calor. El equipo más común para realizar esta operación es el evaporador.

Figura 4. **Esquema de un evaporador triple efecto de alimentación concurrente**



Fuente: Potter & Hotchkiss (2007, pág. 90)

#### 7.1.1.6. **Envasado**

Según las necesidades del mercado, el surtido de las variedades de un producto en una fábrica de producción varía, según el formato donde se detalle al consumidor final, Para satisfacer esta necesidad del mercado, el semielaborado se debe de envasar en contenedores según sea el requerimiento. Como lo menciona Potter & Hotchkiss (2007, pág.94) “Las razones por las que se envasan los alimentos son múltiples: facilita su transporte, su dispensación, agruparlos en unidades de tamaño adecuado y mejorar su utilización. Pero, sin

lugar a duda, el principal objetivo es proteger los alimentos de la contaminación”. El material en el cual se envasa el semielaborado de consomé de la industria en donde se llevara a cabo el diseño de investigación es *Tereftalato de polietileno (PET)* que se verá a más detalle en los siguientes temas.

### **7.1.2. Consomé granulado**

En la antigüedad en España se preparaba un platillo a base del extracto de los preparados de carnes, ya sea pollo, carne de res o pescado, con forme fue evolucionando su elaboración el consumidor fue prefiriendo que esta receta se redujera cada vez más hasta que se logró coincidir los aspectos sensoriales con las necesidades del consumidor, por lo que a este platillo por su elaboración se le llamó “Consomé” que proviene del verbo “Consommer” que en español tiene significados como consumir, consumido o reducido. Este caldo del cocido de alguna carne ya sea blanca o roja que se suele servir como aperitivo previo de cada comida, dependiendo de la región varían los ingredientes para su preparación, pero básicamente, para este diseño de investigación, está constituido por caldo de pollo y vegetales. Gracias a los avances de la tecnología, se puede preparar mediante de Consomé de pollo granulado como lo describe la norma *NMX-F-381-1986 (1986, pág. 2)*.

“Se entiende por Consomé de Pollo (granulado, polvo, tabletas o cubos) a los productos secos preparados a base de sal, carne o canales eviscerados o extractos de carnes de pollo y/o gallina, que pueden o no llevar aderezos o sustancias aromatizantes, grasas comestibles, especias o sus extractos u otros productos y aditivos permitidos por la Secretaría de Salud.”



Tabla I. **Ingredientes básicos para concentrado de tomate con pollo**

<b>Ingrediente</b>	<b>Concentración (%)</b>
Extracto de carne de pollo o gallina deshidratada	.7.0
Grasa	4.0

Fuente: (Ref. México, Banco de normas mexicanas, pág. 2).

Tabla II. **Especificaciones físicas y químicas para el consomé pollo y/o gallina**

<b>Especificación</b>	<b>Mínimo (%)</b>	<b>Máximo (%)</b>
Humedad	-	5.0
Proteínas (nitrógeno total x 6.25) base seca	9.0	-
Cenizas	-	60.0
Cloruros	-	55.0
Extracto etéreo	5	-

Fuente: (Ref. México, Banco de normas mexicanas, pág. 3).

## **7.2. Calidad e Inocuidad**

En la industria alimentaria la satisfacción del consumidor en temas de calidad e inocuidad se torna primordial para la correcta gestión del sistema productivo, por lo que la creación de un sistema integrado cumpliendo con los requisitos es el principal objetivo de este diseño de investigación, estandarizando las actividades críticas de la actividad del cambio de formato en la línea de producción de frascos PET.

### **7.2.1. Calidad**

En temas de definición de calidad existen distintas formas de definirla, según la necesidad del cliente y del sector industrial al que se refiera como lo

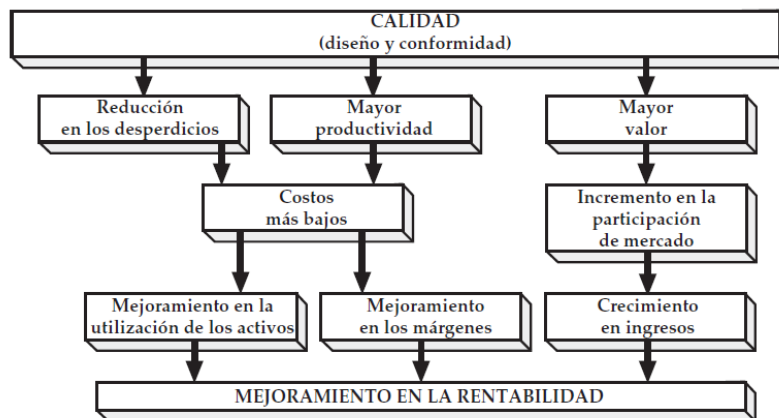
mencionan Griffith (1997, pág. 1) en el Manual Técnico de Control de Calidad la definición de ANSI/ASQC A3-1987 “La calidad es la totalidad de propiedades y características de un producto o servicio que tienen que ver con su capacidad para satisfacer necesidades explícitas o implícitas ahora y en futuro”

Para lograr la calidad de un producto o servicio, este debe de venir desde el diseño de una manera acorde para la adecuación de las necesidades del cliente y por lo que está dispuesto a pagar, existen en términos generales algunos pasos a seguir para lograr la calidad como lo menciona Griffith (1997, pág.1)

“Se debe tener siempre presentes los siguientes pasos generales para lograr la calidad:

- Determinar los requerimientos del cliente (deseos y necesidades).
- Establecer normas para definir todos los requerimientos.
- Preparar planes para cumplir con dichos requerimientos.
- Comunicar los requerimientos y los planes de manera eficaz a todos los participantes.
- Evaluar la capacidad para cumplir con los requerimientos (o los cambios requeridos).
- Seleccionar/utilizar procesos capaces.
- Controlar los procesos.”

Figura 5. **Manera en la que la calidad contribuye a la rentabilidad**



Fuente: Schroeder et al. (2005, Pág. 174)

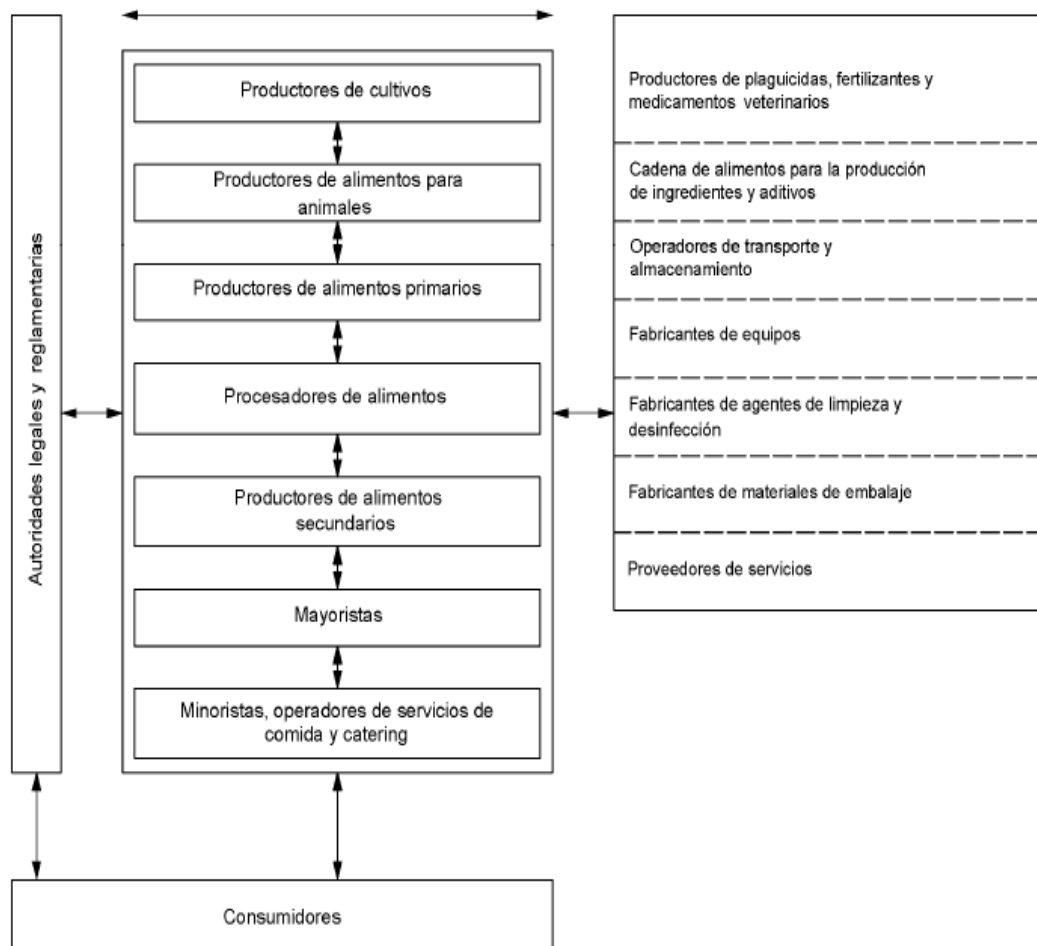
### 7.2.2. Inocuidad

La inocuidad de los alimentos se refiere al cumplimiento de las necesidades del consumidor en relación con la no existencia de agentes patógenos los cuales puedan crear un incidente de salud, como lo menciona la norma de Sistemas de gestión de la inocuidad de los alimentos FSSC22000:

“La Inocuidad de los alimentos se refiere a la existencia de peligros asociados a los alimentos en el momento de su consumo (ingestión por los consumidores). Como la introducción de peligros para la inocuidad de los alimentos puede ocurrir en cualquier punto de la cadena alimentaria, es esencial un control adecuado a través de toda la cadena alimentaria. Así, la inocuidad de los alimentos está asegurada a través de la combinación de esfuerzos de todas las partes que participan en la cadena alimentaria. Las organizaciones dentro de la cadena alimentaria varían desde productores de alimentos para animales y

productores primarios, hasta fabricantes de alimentos, operadores de transporte y almacenaje y subcontratistas para la venta al por menor y centros de servicios de alimentación (junto con organizaciones interrelacionadas tales como productores de equipamiento, material de embalaje, agentes de limpieza, aditivos e ingredientes). Los proveedores de servicios también están incluidos.”

Figura 6. **Comunicación dentro de la cadena alimentaria**



Fuente: FSSC 22000

### **7.2.3. Productividad**

La industria como tal, en su fin primordial de rentabilizar una idea u operación, implanta una necesidad al cliente o consumidor final, para satisfacerla posteriormente y lucrar con la misma, para lo que debe de ser muy cuidadoso en la metodología que se quiera cumplir esos requerimientos del cliente, no dejando de lado como primer punto la calidad e inocuidad del producto y posteriormente asegurando el constante reto para la rentabilidad de la organización, esto se lleva a cabo desarrollando y aplicando las distintas herramientas de mejora continua que se tienen y siendo ingenioso para generar nuevas herramientas que ayuden al giro de negocio en el que se esté trabajando.

El fin de toda organización comercial es la rentabilidad de sus actividades productivas, por lo que lograr obtener los productos deseados con menos insumos se vuelve una tarea del día a día dentro de las operaciones de la organización como lo menciona Niebel & Freivalds (2009, pág.1) “La mejora de la productividad se refiere al aumento en la cantidad de producción por hora de trabajo invertida.” Para lograr dicha productividad se deben de contar con las herramientas necesarias para cumplir con las expectativas del cliente como menciona Schroeder et al. (2005, pág. 479) El futuro de las actividades comerciales a través de los medios electrónicos ya está aquí. Esta cambiando la forma en la que se trabaja para ser más eficientes y productivos, y para prestar un mejor servicio cuando apoyamos a nuestros clientes. Para lograrlo, se debe contar con las herramientas para estar mejores conectados.”

#### **7.2.4. Competitividad**

Cuando se habla en términos de la competencia o competitividad regularmente se piensa en ser el mejor o llegar primero a la meta; sin embargo, la competitividad va más allá de estos términos, la competitividad es esa cultura intrínseca de cada organización en búsqueda de la mejora continua, normalmente la competitividad se observa en términos de negocio, de afuera hacia adentro en donde entran en juego los principales competidores de cierto nicho de mercado, lo cual distrae muchas veces a las industrias en alcanzar sus propias metas y objetivos perdiendo la identidad y siguiendo una visión y misión externa.

Dentro de los diferentes segmentos de mercado en este caso de la industria alimentaria se cuentan con distintas organizaciones que compiten por un bien en común, satisfacer las necesidades del consumidor optimizando cada una de sus actividades de los procesos internos, esta actividad aumenta el margen de competitividad respecto a las demás organizaciones del mercado, como lo menciona: Krajewski, Ritzman & Malhotra (2008, pág. 16) “Las empresas deben administrar sus procesos y cadenas de valor para maximizar su competitividad en los mercados que atienden.” Otra forma de aumentar la competitividad es implementando iniciativas de valor agregado al consumidor como Lean Six Sigma, TPM entre otros, estas iniciativas están soportadas por herramientas desarrolladas para crear flujo, aumentar la competitividad y productividad de la organización. En este diseño de investigación se ensayará la herramienta de SMED, una de estas herramientas para disminuir los tiempos de operación.

### 7.2.5. SMED

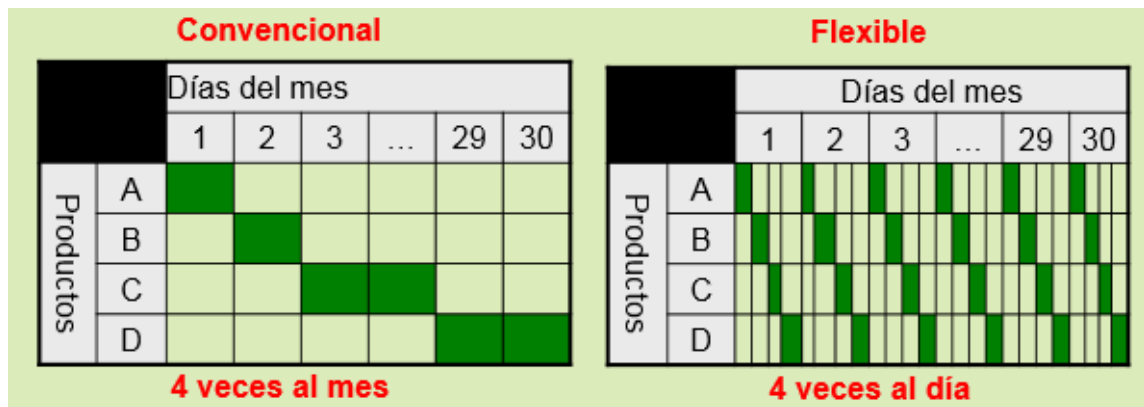
Inicialmente los fabricantes buscaban posicionar sus productos en los diferentes canales de distribución mediante un sistema *push* el cual consistía en crear incentivos para los mayoristas y minoristas a modo de que impulsaran el producto hacia el consumidor, sin embargo, este sistema generaba altos costos de distribución que se dividían en transporte y almacenaje. Durante los años 50's se fueron desarrollando distintas iniciativas como *Just in Time* para crear un efecto contrario al sistema de distribución que se tenía en ese momento; este nuevo sistema consistía en cumplir con los requerimientos del cliente, en el momento que el cliente necesitaba el producto, esta iniciativa, logró minimizar los gastos de almacenamiento y de capacidad instalada de las fábricas, así como creó un sistema de fabricación flexible, según las necesidades del consumidor, una de las herramientas desarrolladas en ese momento fue la herramienta de SMED (Single minute exchange of die) esta herramienta fue creada y promocionada por Shingeo Shingo, el cual lo implementó en industrias Japonesas como Toyota entre otras, Niebel & Freivalds (2009, pág. 76).

“Las técnicas de justo a tiempo (JIT), la cuales se popularizaron en años recientes, hacen hincapié en la reducción de los tiempos de configuración hasta el mínimo mediante su simplificación o eliminación. El Sistema SMED (cambio de dado en sólo un minuto por sus siglas en inglés) del sistema de producción Toyota, TPS (Shingo, 1981) representa un buen ejemplo de este método. Con frecuencia, una gran parte del tiempo de configuración puede eliminarse si se garantiza que la materia prima respete las especificaciones, que las herramientas estén afiladas y que los accesorios estén disponibles y en buenas condiciones.”

Los principales beneficios del SMED para una organización son:

- Flexibilidad: puede cambiar las necesidades del cliente sin un gasto en exceso de inventario: impacto en costo de capital.
- Entrega más rápido y productos más frescos: Un pequeño lote de producción significa menos tiempo de espera y menos espera del cliente.
- Mejorar la calidad: menos inventario almacenado significan menos defectos relacionados. El desperdicio y el retrabajo durante el arranque también disminuyen: impacto en pérdida de material.
- Mayor productividad: cambios de formato más cortos reducen el tiempo de paro, que significa un mayor performance de línea.

Figura 7. Creación de un sistema de producción flexible



Fuente: elaboración propia.



## **7.2.6. Pasos del SMED**

### **7.2.6.1. Paso 1: entender y evaluar la situación actual**

El objetivo de este paso es definir el propósito y el alcance del proyecto y obtener una declaración clara del problema para entender la mejora y cómo se medirá.

### **7.2.6.2. Paso 2: Registrar actividades de Set-Up**

El objetivo de este paso es entender en detalle las actividades y movimientos durante el cambio de formato para crear los formatos de recolección de datos llenado con todas las actividades y movimientos, tiempos y distancias.

### **7.2.6.3. Paso 3: analizar las actividades de Set-Up**

El objetivo de este paso es transformar las actividades internas en actividades externas e identificar las oportunidades para eliminar, combinar, reducir y simplificar actividades internas para construir un plan de acción.

### **7.2.6.4. Paso 4: ejecutar las acciones**

El objetivo de este paso es desarrollar, probar e implementar acciones para reducir el tiempo de cambio de formato y usar datos para evaluar el nuevo tiempo del cambio de formato.

#### **7.2.6.5. Paso 5: estandarizar soluciones**

El objetivo de este paso es mantener lo ganado, a través de la estandarización del trabajo, métodos y procesos. Así como, anticipar mejoras futuras y asimilar las lecciones aprendidas en este proyecto. En este paso se lleva a cabo la estandarización de las mejoras, los entrenamientos a los operadores y creación de documentación.

#### **7.2.7. Trabajo estándar**

En la operación de manufactura, existen infinidad de actividades las cuales se llevan a cabo de manera empírica o sistematizada para el alcance de los objetivos de la organización, estas actividades se han ido puliendo, a través del tiempo hasta convertirse ya en tareas estandarizadas. Un estándar se conoce como la mejor forma de realizar una actividad siendo esta sostenible en temas de calidad y seguridad alimentaria como lo menciona Niebel & Freivalds (2009, pág. 2) “el diseño, la creación y la selección de los mejores métodos de fabricación, procesos, herramientas, equipos y habilidades para manufacturar un producto con base en las especificaciones desarrolladas por el área de ingeniería del producto.” Por lo que el desarrollo de estandarizar un procedimiento o actividad se le llama trabajo estándar

### **7.3. Envasado plástico**

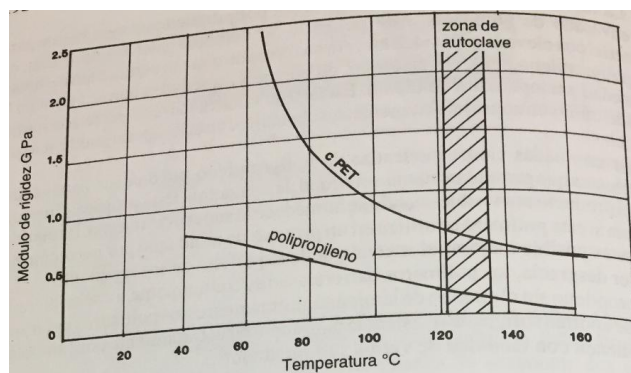
Originalmente en la industria alimentaria se trabajaba el envasado en recipientes de vidrio, los cuales por temas de costos, cuerpos extraños y fisuras del recipiente se fueron migrando a otras alternativas, es el caso de los envases plásticos, los cuales dieron una alternativa rentable y segura, siempre y cuando este material se manejaba dentro de las regulaciones respectivas, estos

materiales (polímeros) cuentan con ciertas propiedades fisicoquímicas que se adecuan de gran manera a la industria alimentaria como lo menciona Rees & Bettison (1991, pág. 187)

“Los polímeros suelen ser más blandos y más flexibles. En términos térmicos su coeficiente de rigidez disminuye con el incremento de la temperatura y este hecho varia para el tipo de polímero... Muestran también –deslizamiento- o movimiento al ser sometidos a tensiones principalmente a altas temperaturas”

Debido a esto se puede concluir que no todos los polímeros se adecuan al proceso térmico que se le debe de aplicar a todos los materiales de la industria alimentaria.

Figura 8. **Disminución de la resistencia de polipropileno y CPET con la temperatura**

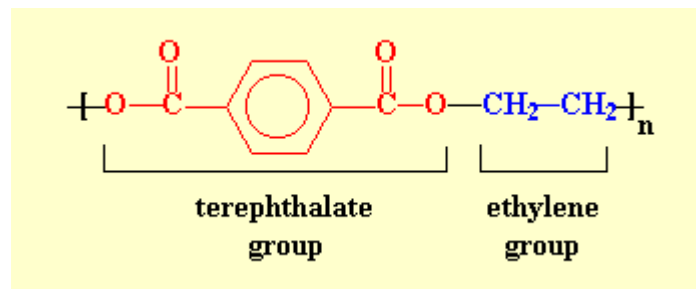


Fuente: Rees & Bettison (1991, pág. 192)

Entre los polímeros que presentan mejor resistencia al deslizamiento cuando se les somete a temperaturas altas se encuentra el *Tereftalato de polietileno (PET)* como lo indica Rees & Bettison (1991, pág. 187) “En su fase

amorfa, el PET es maleable. Goza de unas propiedades de deslizamiento muy escasas y es bastante blando una vez su temperatura supera los 65°C.”

Figura 9. **Molécula del PET**



Fuente: La química del PET (n.d)

### 7.3.1. Principales características

Entre los distintos tipos de polímeros que existen el PET se diferencia de los demás no solo por su baja propiedad de deslizamiento al estar expuesto a temperaturas elevadas, sino que también cuenta con las características que lista el documento de Características del plástico PET (n.d.)

- Permite productos altamente oxidables.
- Impide liberación de oxígeno.
- Es transparente y cristalino, aunque admite algunos colorantes, se manejan colores con buena refracción de luz, como el color ámbar, azul o verde oscuro, entre otros.
- Liviano.
- Impermeable.
- No tóxico, cualidad necesaria para su uso en productos que deban estar en contacto con alimentos, químicos, entre otros.

- Inerte al contenido.
- Resistente a esfuerzos permanentes y al desgaste, ya que presenta alta rigidez y dureza.
- Alta resistencia química y buenas propiedades térmicas.
- Totalmente reciclable.
- Superficie barnizable.
- Estabilidad a la intemperie.

## 8. CONTENIDO DEL INFORME

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE TABLAS

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

RESUMEN DE MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

### 1. MARCO TEÓRICO

#### 1.1. Industria alimentaria

##### 1.1.1. Operaciones unitarias en el procesado de alimentos

1.1.1.1. Manejo de materiales

1.1.1.2. Limpieza

1.1.1.3. Mezcla

1.1.1.4. Enfriamiento

1.1.1.5. Deshidratación

1.1.1.6. Envasado

##### 1.1.2. Consomé granulado

#### 1.2. Calidad e inocuidad

1.2.1. Calidad

1.2.2. Inocuidad

1.2.3. Productividad

1.2.4. Competitividad

- 1.2.5. SMED
- 1.2.6. Pasos del SMED
  - 1.2.6.1. Paso 1
  - 1.2.6.2. Paso 2
  - 1.2.6.3. Paso 3
  - 1.2.6.4. Paso 4
  - 1.2.6.5. Paso 5
- 1.2.7. Trabajo estándar
- 1.3. Envase plástico
  - 1.3.1. Principales características

## 2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

## 3. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

## 4. PROPUESTA DEL NUEVO ESTÁNDAR DE CAMBIO DE FORMATO EN LA SECCIÓN DE ENVASADO DE UNA INDUSTRIA ALIMENTARIA.

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXOS

## **9. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

La realidad del enfoque del diseño de investigación, se considera una investigación mixta, debido a que en dicho diseño de investigación se ensayan tanto la metodología cuantitativa y cualitativa, ya que se recolectarán datos para el análisis estadístico, así como para la interpretación sin medición numérica.

### **9.1. Diseño**

El diseño de investigación debido a la naturaleza de la recolección de información se categoriza en transeccional por que tendrán una única toma de datos en el cambio de formato y correlacional, debido a que se verá la interrelación entre la productividad al disminuir los tiempos muertos de la actividad y la inocuidad del producto, con los puntos críticos de control, estandarizando la actividad de cambio de formato.

### **9.2. Tipo de estudio**

El tipo de estudio será no experimental, debido a que no se manipularán variables independientes si no que se observarán las condiciones actuales de la actividad y se estandarizarán como buenas prácticas, debido a que busca especificar las propiedades y características del proceso productivo para el cumplimiento de la inocuidad y productividad de la operación.



### **9.3. Alcance**

El alcance de la investigación será de tipo descriptivo, debido a que es un tema que ya se ha estudiado con anterioridad y existe literatura que lo respalde, así mismo, si bien se evaluarán 2 aspectos del cambio de formato, la productividad y la inocuidad, solo se observarán y no se asociará la correlación entre ambos aspectos; dicho diseño de investigación no pretende explicar las causas de dicho efecto, solo estandarizar la mejor practica para realizar la actividad cuidando la productividad e inocuidad. Debido a que se proporcionará información promisoría para posterior evaluación de los datos que describen un proceso y se estandarizarán las especificaciones de las actividades innovadoras que se propondrán en el diseño de investigación, a través de una metodología poco estudiada.

### **9.4. Variables**

A continuación se describe el grupo de variables e indicadores propuestos con base en los objetivos propuestos para asegurar la sostenibilidad de los resultados.

- Variables:
  - Peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos: Variable independiente que Identifica todas los posibles riesgos de inocuidad en los que se puede exponer el producto.
  - Tiempo: variable independiente que muestra el tiempo en que se realiza el proceso productivo para cumplir con las especificaciones establecidas.

- Paros planificados: variable dependiente del tiempo muerto que nos brinda el objetivo a alcanzar.
- Desviaciones por inocuidad: variable dependiente del peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos que nos da una visibilidad del estado actual en temas de reclamos por temas de inocuidad.
- Indicadores:
  - Adherencia a la rutina estándar del proceso productivo: indicador para medición del cumplimiento de todas las actividades estandarizadas para el proceso productivo.
  - Adherencia al cumplimiento de los PCC en la línea: indicador que medirá el cumplimiento de todos los puntos críticos de control que se deban considerar en la actividad.
  - Adherencia a los paros planificados: indicador que medirá el cumplimiento al tiempo estandarizado en el proceso productivo.
  - Reclamos: indicador que dará visibilidad de todos los reclamos tanto internos como externos de todos los temas relacionados con la inocuidad del producto.

Tabla III. **Variables e indicadores propuestos**

	<b>Objetivo</b>	<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Técnica</b>	<b>Plan de Tabulación</b>
<b>General</b>	Estandarización del proceso productivo utilizando la herramienta SMED según las especificaciones establecidas en la FSSC 22000 en la sección de envasado en una industria alimentaria	Peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos / Tiempo (Variable Independiente/No minal)	Adherencia a la rutina estándar del proceso productivo	SMED, FSSC 22000	A través de metodología SMED (Observación)	Observación directa, Ver Figura 11
<b>Específicos</b>	Evaluar la situación mediante un análisis ERCS para la optimización del proceso productivo en la línea de envasado en una industria alimentaria.	Peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos / Tiempo (Variable Independiente/No minal)	Adherencia a la rutina estándar de proceso productivo	SMED, FSSC 22000	A través de la base de datos histórica de productividad del 2016 (Gráfico de tendencia)	Observación directa. Ver figura 11
	Diagnosticar los puntos de mejora respecto a la calidad, inocuidad y productividad en el proceso productivo para alcanzar los objetivos en la línea de producción de una industria alimentaria.	Peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos / Tiempo (Variable Independiente/No minal)	Adherencia al cumplimiento de los PCC en la línea	FSSC 22000	A través de videos y visitas al proceso productivo (Observación)	Observación directa. Ver Formato 1
	Proponer una rutina estándar de verificación por medio de la metodología SMED para la mejora de la productividad y la adherencia a las especificaciones de la norma FSSC 22000	Peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos / Tiempo (Variable independiente/No minal)	Adherencia a la rutina estándar del proceso productivo	Tarea Estándar	A través de los entregables de la herramienta ERCS (Diagrama de Pareto)	Tarea estándar
	Aumentar la productividad en la línea de producción de Frascos PET en a un 72.2% y crear los indicadores que aseguren el cumplimiento de la adherencia a las especificaciones de la norma FSSC 22000 para la calidad e inocuidad del proceso.	Paros planificados/ Desviaciones por inocuidad (Variable dependiente/Ordinal)	Adherencia a los paros planificados, reclamos	Control de resultados	Indicadores en las distintas reuniones operacionales para su seguimiento	Indicadores propuestos

Fuente: elaboración propia.

## 9.5. Fases

- Fase 1: revisión documental, para la construcción de antecedentes y marco teórico
  - Revisión de bibliografía.

- Revisión de trabajos de investigación previos.
- Revisión de normas actuales que apliquen al diseño de investigación.
- Fase 2: diagnosticar ERCS para la optimización del proceso productivo en la línea de envasado en una industria alimentaria
  - Realizar un análisis ERCS con el proceso productivo antes de la propuesta.
  - Realizar un mapeo de actividades a través de la herramienta de Spaghetti.
  - Toma de video.
- Fase 3: analizar los puntos de mejora respecto a la calidad, inocuidad y productividad en el proceso productivo para alcanzar los objetivos en la línea de producción de una industria alimentaria.
  - Realizar un análisis de tiempo para determinar el alcance del proyecto.
  - Plantear los objetivos que se alcanzarán con la implementación.
  - Realizar la planeación del proyecto.
  - Realizar el Project Charter.
- Fase 4: proponer una rutina estándar de verificación por medio de la metodología SMED, para la mejora de la productividad y la adherencia a las especificaciones de la norma FSSC 22000.
  - Tareas estándar
  - Análisis de priorización

- Transferencia de información
- 8 pasos de Kotter
- Fase 5: aumentar la productividad en la línea de producción de Frascos PET en a un 72,2 % y crear los indicadores que aseguren el cumplimiento de la adherencia a las especificaciones de la norma FSSC 22000 para la calidad e inocuidad del proceso.
  - Crear los indicadores de adherencia a la rutina estándar en el proceso productivo
  - Crear el indicador de adherencia a los puntos críticos de control
  - Crear el indicador de productividad del sector de frascos PET

#### **9.6. Propósito**

El propósito de ensayar la metodología SMED será, disminuir y controlar las actividades, principalmente de limpieza, que afecten en la calidad e inocuidad del producto en el proceso productivo, y aumentar la competitividad de la línea de envasado PET para adquirir ventaja sobre el mercado.

#### **9.7. Resultados esperados**

El diseño de investigación ensayado obtendrá como resultados relevantes la adherencia a la norma de especificación FSSC 22000, así como la disminución de tiempo en cambio de variedad en la línea de producción de Consomé en el formato PET.

Se eliminarán todos los tiempos muertos, se simplificarán los procesos complejos y se combinarán los procesos similares, mediante la herramienta

ERCS la cual nos dará como principales entregables actividades que generan valor a la operación.

Por otro lado es importante poner en contexto la estrategia de la organización de crear flujo flexible de operación, disminuyendo el tiempo en cambio de variedad y aumentar la capacidad de producir en la línea de frascos PET.

Para determinar el tamaño de la muestra en el diseño de investigación, se utilizó la siguiente fórmula

$$n = \frac{N\sigma^2 Z_{\alpha}^2}{e^2(N-1) + \sigma^2 Z_{\alpha}^2}$$

Donde:

n: tamaño de la muestra

N: población total (32)

$\sigma$ : desviación estándar de la población (0.5)

e: límite aceptable de error muestralodo0

Z: valor obtenido mediante niveles de confianza.

Ejemplo:

$$n = (32 \times 0.5^2 \times 1.96^2) / (0.05^2(32-1) + 0.5^2 \times 97.5)$$

$$n = 29.61 = 30$$

De esta forma se determina que el tamaño de la muestra será de 30 en una población de 32 cambios de formato.



## **10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN**

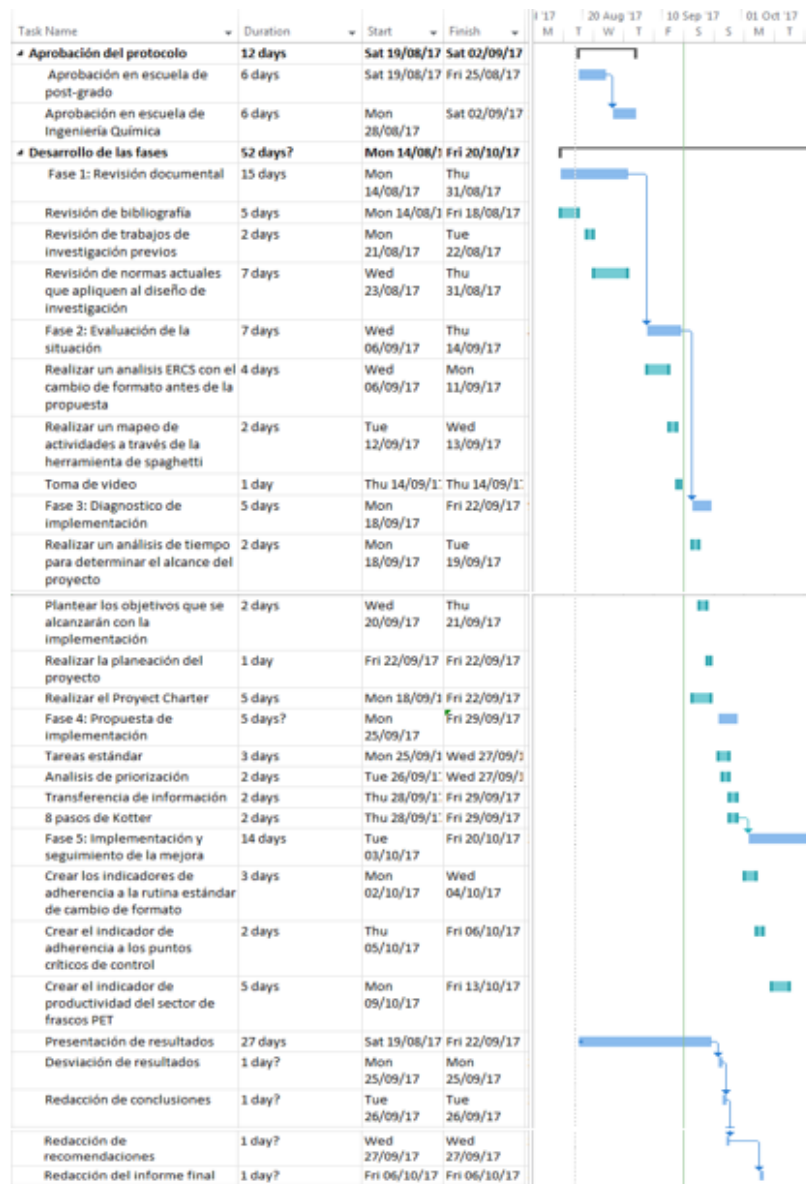
En diseño de investigación se llevará a cabo utilizando un análisis de variabilidad de la estadística descriptiva, esto para determinar el mejor tiempo para realizar la actividad incluyendo el 100 % de la muestra tomando en cuenta una desviación estándar aceptable. Para dicho análisis se utilizarán diagramas de Pareto y series de tiempo, las cuales se determinarán el tiempo mínimo, el tiempo máximo, el promedio, y se determinará el objetivo de reducción, según el mejor tiempo sostenible. Dicho análisis se llevará a cabo en el trabajo de campo con la herramienta de toma de tiempo y gráficos de control. Los datos se obtendrán a través de la técnica de observación en el lugar de trabajo y técnica de entrevistas a los operadores de la línea.





# 11. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Figura 10. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.



## 12. RECURSOS

La investigación se llevó a cabo en tiempo normal de labores, por lo que el impacto económico solo se cuantifica para fines de cálculo, y evaluar el costo beneficio de dicho diseño de investigación.

Adicional a los costos descritos en el siguiente cuadro, se tiene una línea de producción de consomé en frascos PET.

El financiamiento del proyecto se hará efectivo por parte de la empresa en donde se realizará el diseño de investigación.

Tabla IV. **Costos y recursos del diseño de investigación**

	No	Concepto	Cantidad	Horas	Precio Unitario	Sub-total	Total
1. Recurso Humano	1.1	Operadores	3	40	Q 44.60	Q 133.80	Q 5,352.00
	1.2	Ayudantes	18	40	Q 44.60	Q 802.80	Q32,112.00
	1.3	Técnicos/ Asesor	1	5	Q 2,500.00	Q 2,500.00	Q 2,500.00
	1.4	Investigador	1	156	Q 45.00	Q 45.00	Q 7,020.00
2. Recursos Físicos	2.1	Lugar de trabajo	1	156	N/A	N/A	N/A
	2.2	Escritorio	2	156	N/A	N/A	N/A
	2.3	Sala de capacitación	1	156	N/A	N/A	N/A
	2.4	Sillas	26	156	N/A	N/A	N/A
3. Recursos Tecnológicos	3.1	Computadora	5	90	N/A	N/A	N/A
	3.2	Camara de video	2	35	N/A	N/A	N/A
	3.3	Camara fotografica	1	15	N/A	N/A	N/A
	3.4	Cronometro	1	35	N/A	N/A	N/A
	3.5	Impresora	1	2	N/A	N/A	N/A
4. Insumos	4.1	Resmas de papel	1	N/A	Q 40.00	Q 40.00	Q 40.00
	4.2	Boligrafos	5	N/A	Q 5.00	Q 25.00	Q 25.00
	4.3	Toner	2	N/A	Q 200.00	Q 400.00	Q 400.00
	4.4	Materiales varios	1	N/A	Q 1,200.00	Q 1,200.00	Q 1,200.00
Total							Q48,649.00

Fuente: elaboración propia.



### 13. BIBLIOGRAFÍA

1. Alarcon, A. (2014). *Implementación de oee y smed como herramientas de lean manufacturing en una empresa del sector de plástico*. Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2004. 392 p.
2. Badui, S. (2013). *Química de los alimentos*, México, PEARSON
3. Características del plástico PET (n.d.) Consultado el 02 de febrero del 2017 en <http://www.plasticosminipet.com/caracteristicas-pet>
4. Cenzano, I. Madrid, A. & Vicente, J. (1993). *NUEVO MANUAL DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS, España, Mundi-Prensa*.
5. Direct Industry (n.d) Consultado el 14 de marzo del 2017 en <http://www.directindustry.es/prod/loedige/product-20200-681859.html>
6. Griffith, G. (1997). *Manual técnico de control de calidad Volumen 1*, México, Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.
7. ISO 22000. (2005) *Sistema de Gestión de la Inocuidad de los Alimentos – Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria*, Suiza
8. Juárez, B. (2010) *Diagnóstico para la implementación de un sistema de inocuidad basado en la norma iso 22000:2005 para una planta*

*procesadora de pollo*, Tesis de Maestría en Gestión Industrial con Especialidad en Inocuidad de los Alimentos. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

9. Krajewski, L., Ritzman, L. & Malhotra, M (2008). *Administración de Operaciones, Procesos y Cadena de Valor*, México, Pearson Educación
10. México, Banco de normas Mexicanas (1986) *NMX-F-381-1986. Alimentos. consome de pollo (granulado, polvo, tabletas o cubos). especificaciones. foods. chicken bouillon. (granulated, powder, tablet or bucket) specification. normas mexicanas. dirección general de normas.*
11. Niebel, B. & Freivalds, A (2009). *Ingeniería Industrial Métodos, Estándares y Diseño de Trabajo*, México, McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.
12. La química del PET (n.d) Consultado el 24 de febrero de 2017 en <http://www.eis.uva.es/~macromol/curso03-04/PET/Q%20ES%20EL%20PET.htm>
13. Ocampo, I. (2014). *Metodología de implantación de manufactura esbelta para la industria eléctrica mexicana de productos hechos a medida del cliente*. Tesis de Maestría en Ingeniería Industrial. Instituto Politécnico Nacional. Mexico D. F.
14. Orellana, G. (2014) *Guía para el desarrollo de los tres requisitos adicionales del esquema FSSC 22000*. Tesis de maestría en

Gestión de la Calidad con Especialización en la Inocuidad de Alimentos. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

15. Potter, N. & Hotchkiss, J. (2007). *Ciencia de los Alimentos, España, Editorial Acribia, S.A.*
16. Rees, J. & Bettison, J. (1991). *Procesado térmico & envasado de los alimentos, España, Editorial Acribia, S.A.*
17. Schroeder, R., Goldstein, S. & Rungtusanatham, M (2011). *Administración de Operaciones, México, McGraw-Hill/International Editores, S.A. de C.V.*
18. Villacís, J. (2015) *Diseño y propuesta de un sistema de inocuidad alimentaria basado en bpm (buenas prácticas de manufactura) para destiny hotel de la ciudad de BAÑOS*, Tesis de maestría en Sistemas de Gestión de la Calidad. Universidad Central del Ecuador. Ecuador.





## 14. ANEXOS

### Anexo 1. Toma de datos de la observación

N°	ACTIVITY	# Persona	Tiempo de Actividad	GRAPH - TIME OF EACH ACTIVITY												Distance	Number of People			
				10	20	30	40	50	60	70	80	90	##	110	##		##	OPERATOR	OPERATOR	AUXILIARY
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				

Página 1

Fuente: Formato utilizado en la organización en donde se realizó el SMED

Anexo 2. **Entrevista en la toma de datos**

ENTREVISTA CON OPERADORES DE FRASCOS PET

Nombre: \_\_\_\_\_ Código SAP: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ Turno: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

1. ¿Cuántos tiempos muertos en el proceso productivo se tienen por semana?

---

2. ¿Cuáles son sus principales actividades dentro del proceso productivo?

---

3. ¿Cuánto tiempo es la duración de sus principales actividades dentro del proceso productivo?

---

4. ¿Existen actividades que usted considere que son innecesarias?

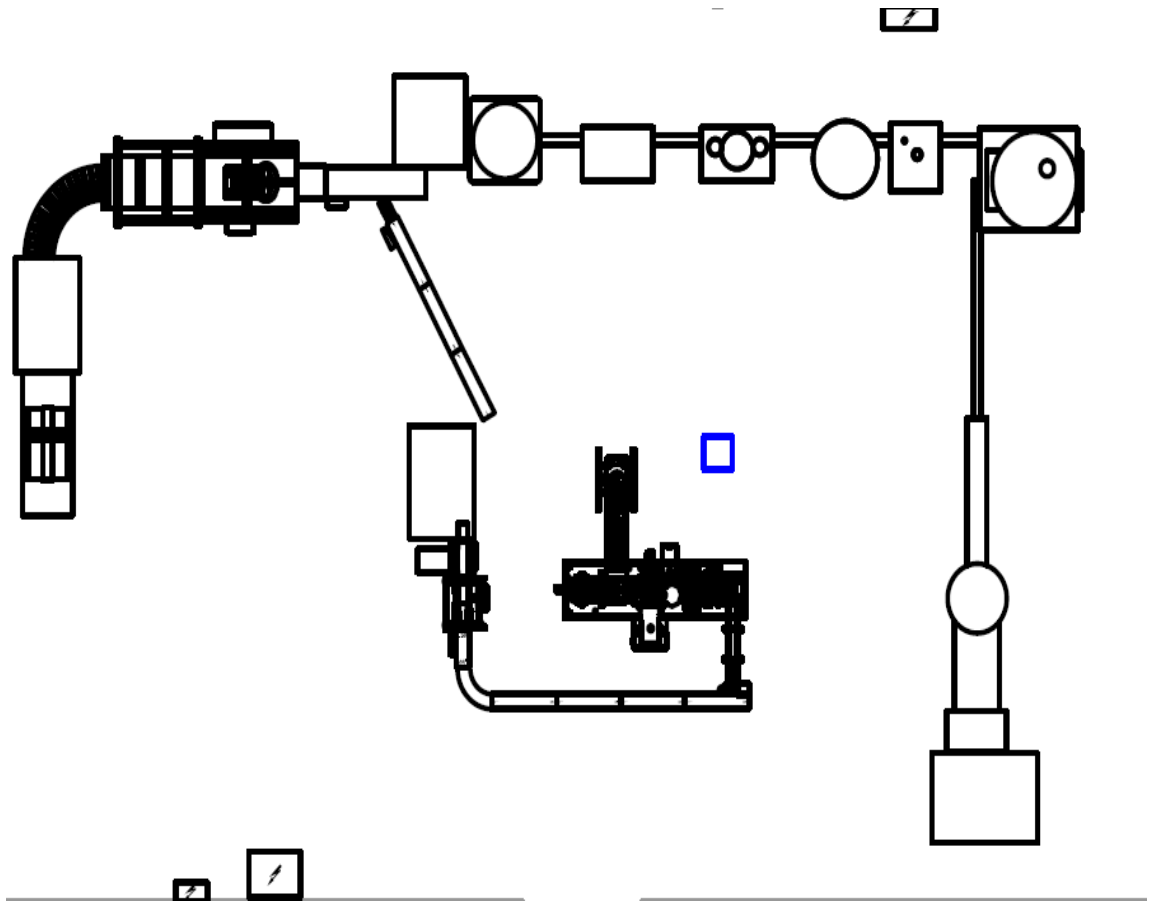
---

5. ¿Qué mejoras requiere para realizar de una forma segura y en un menor tiempo sus principales actividades?

---

Fuente: Formato utilizado en la organización en donde se realizó el SMED

Anexo 3. Planta de la línea de producción de frascos PET



Fuente: Formato utilizado en la organización en donde se realizó el SMED

