



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

**MEJORA DEL PROCESO PARA LA REDUCCIÓN DE SCRAP EN EL ENVASADO DE
PRODUCTOS LÍQUIDOS, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN UNA
INDUSTRIA DE ALIMENTOS**

Cristian Alexander Recinos Aldana

Asesorado por la Inga. Ingrid Marisol Flores Estrada

Guatemala, noviembre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORA DEL PROCESO PARA LA REDUCCIÓN DE SCRAP EN EL ENVASADO DE
PRODUCTOS LÍQUIDOS, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN UNA
INDUSTRIA DE ALIMENTOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CRISTIAN ALEXANDER RECINOS ALDANA
ASESORADO POR LA INGA. INGRID MARISOL FLORES ESTRADA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE 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

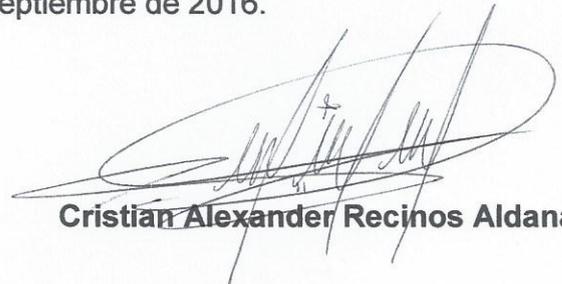
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Ing. Karla Lizbeth Martínez Vargas
EXAMINADOR	Ing. Jose Manuel Moro Blanco
EXAMINADOR	Ing. Jaime Roberto Ruiz Díaz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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:

MEJORA DEL PROCESO PARA LA REDUCCIÓN DE SCRAP EN EL ENVASADO DE PRODUCTOS LÍQUIDOS, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 19 de septiembre de 2016.

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and strokes, positioned above the printed name.

Cristian Alexander Recinos Aldana

Guatemala, 3 de Enero de 2018

Área de Protocolos
Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería

A quién interese,

Por medio de la presente quiero hacer constar que, yo: Ingrid Marisol Flores Estrada; Ingeniera Industrial, número de colegiado activo 10222, he realizado revisiones periódicas y consecutivas al trabajo de graduación del estudiante **Cristian Alexander Recinos Aldana**, quién se identifica con el número de carnet **201213170**, cuyo título es: "MEJORA DEL PROCESO PARA LA REDUCCIÓN DE SCRAP EN EL ENVASADO DE PRODUCTOS LÍQUIDOS, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS".

Como resultado de las revisiones, se atendieron las sugerencias, las correcciones y ampliaciones al contenido del trabajo. Por lo anterior, al criterio del suscrito, manifiesto mi satisfacción por el producto final presentado el cual cumple con los objetivos trazados en el desarrollo del mismo.

Sin otro particular,



Inga. Ingrid Marisol Flores Estrada

Colegiado número: 10222

Ingrid Marisol Flores Estrada
Ingeniera Industrial
Colegiada No. 10,222



REF.REV.EMI.089.018

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MEJORA DEL PROCESO PARA LA REDUCCIÓN DE SCRAP EN EL ENVASADO DE PRODUCTOS LÍQUIDOS, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**, presentado por el estudiante universitario **Cristian Alexander Recinos Aldana**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Josué Giovanni Jocolt Quiñonez
Ingeniero Industrial - Ingeniero Mecánico
COLEGIADO 6512

Ing. Josué Giovanni Jocolt Quiñonez
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, julio de 2018.

/mgp



REF.DIR.EMI.176.018

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 Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **MEJORA DEL PROCESO PARA LA REDUCCIÓN DE SCRAP EN EL ENVASADO DE PRODUCTOS LÍQUIDOS, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**, presentado por el estudiante universitario **Cristian Alexander Recinos Aldana**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, noviembre de 2018

/mgp



Universidad de San Carlos
de Guatemala

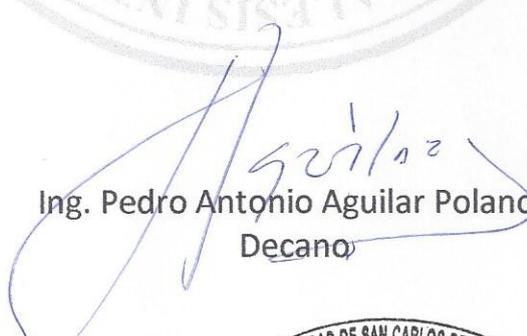


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 465.2018

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 Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **MEJORA DEL PROCESO PARA LA REDUCCIÓN DE SCRAP EN EL ENVASADO DE PRODUCTOS LÍQUIDOS, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN UNA INDUSTRIA DE ALIMENTOS**, presentado por el estudiante universitario: **Cristian Alexander Recinos Aldana**, 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, noviembre de 2018

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres

Por ser mis guías, brindarme educación, valores, la motivación necesaria y por hacerme la persona que soy. Todo se los debo a ustedes.

Mis tías

Por todo el cariño que me han dado, por siempre creer en mí y apoyarme en las buenas y en las malas.

Mis primos

Por ser un apoyo moral y motivarme a ser mejor persona para ser un modelo de inspiración para ustedes.

Mi familia

Por todas esas palabras de aliento para motivarme y todos los consejos brindados.

Mis amigos

Con mucho cariño y aprecio a la promoción del colegio Ciencia y Arte en especial a Luisa Gutierrez, y a mis amigos de la infancia; gracias por todos los buenos momentos de alegría, el apoyo en momentos de dificultad y por siempre estar ahí para mí.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por brindarme la oportunidad de estudiar y desarrollarme como profesional dentro de sus instalaciones.

Facultad de Ingeniería

Por todos los conocimientos, experiencias y habilidades que forjó en mi persona.

**Inga. Ingrid Marisol
Flores Estrada**

Por su apoyo en todo momento, sus consejos y su colaboración desinteresada en la realización de este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. ANTECEDENTES GENERALES Y MARCO TEÓRICO	1
1.1. Descripción de la empresa	1
1.1.1. Historia	2
1.1.2. Ubicación.....	3
1.1.3. Misión	4
1.1.4. Visión.....	5
1.1.5. Valores	5
1.1.6. Política de calidad.....	6
1.2. Tipo de organización	7
1.2.1. Sector y actividad económica	11
1.3. Proceso productivo	13
1.3.1. Producto	13
1.3.2. Descripción del proceso	15
1.3.3. Características.....	19
1.4. Metodología seis sigma	20
1.4.1. Generalidades	20
1.4.2. Definición	22
1.4.3. Nivel seis sigma.....	23

1.4.4.	Campo de aplicación de seis sigma	26
1.4.5.	Beneficios.....	27
1.4.6.	Estructura	30
1.4.6.1.	Definir (D)	31
1.4.6.2.	Medir (M)	33
1.4.6.3.	Analizar (A).....	34
1.4.6.4.	Mejorar (I).....	35
1.4.6.5.	Control (C).....	36
1.5.	Equipo seis sigma	37
1.6.	Metodología 5S	38
1.6.1.	Situar necesarios.....	40
1.6.2.	Suprimir suciedad.....	41
1.6.3.	Señalar anomalías	42
1.6.4.	Seguir mejorando	43
2.	SITUACIÓN ACTUAL	45
2.1.	Análisis de la situación actual y matriz de análisis FODA	45
2.1.1.	Análisis FODA	45
2.1.2.	Identificación de áreas de mejora.....	47
2.2.	Instalaciones y medios operativos	53
2.2.1.	Distribución del área de trabajo.....	56
2.2.2.	Tipo de proceso y línea de producción.....	56
2.2.3.	Estaciones de trabajo.....	57
2.2.4.	Materia prima	57
2.3.	Evaluación de factores que causan desperdicios y defectos ...	58
2.3.1.	Sobreproducción	59
2.3.2.	Transporte	60
2.3.3.	Tiempo de espera	60
2.3.4.	Procesos innecesarios	61

2.3.5.	Inventarios	62
2.3.6.	Defectos	62
2.3.7.	Movimientos innecesarios	63
2.3.8.	Falta de capacitación.....	63
2.3.8.1.	Importancia de la calidad.....	65
2.3.8.2.	Reutilización de los insumos.....	66
2.3.8.3.	Importancia de la cadena de insumos	66
3.	PROPUESTA DE MEJORA	69
3.1.	Plan de despliegue de la metodología seis sigma.....	69
3.1.1.	Condiciones necesarias.....	71
3.1.1.1.	Recursos humanos.....	72
3.1.1.2.	Selección	73
3.1.1.3.	Capacitación.....	74
3.1.1.3.1.	Estructura organizativa seis sigma.....	74
3.1.1.4.	Inducción	76
3.1.1.5.	Informar	76
3.1.1.6.	Nivelar	76
3.1.2.	Recursos económicos	77
3.1.3.	Errores frecuentes	78
3.2.	Enfoque de 5S en el proceso de envasado.....	79
3.3.	Reducción de los 7 desperdicios	88
3.4.	Reducción del número de defectos	89
3.4.1.	Defectos por unidad (DPU).....	90
3.4.2.	Defectos por oportunidad (DPO)	91
3.4.3.	Defectos por millón de oportunidades (DPMO)	92

3.5.	Propuesta de mejora	92
3.5.1.	Balanceo de línea.....	101
3.6.	Análisis de costos.....	109
3.6.1.	Costos de implementación	113
3.6.2.	Reducción de costos fijos.....	114
3.6.3.	Reducción de costos variables.....	115
3.7.	Disponibilidad de equipos	116
3.7.1.	Equipos de producción disponibles	117
4.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	119
4.1.	Definir.....	119
4.1.1.	Project Charter	120
4.1.2.	Identificación del problema.....	121
4.1.3.	Mapa del proceso.....	122
4.1.4.	Reconocimiento de variables	124
4.1.5.	Establecer metas y objetivos del proceso	126
4.2.	Medir	126
4.2.1.	Establecimiento del sistema de medición.....	127
4.2.2.	Evaluación del sistema de medición	128
4.2.3.	Plan para recolectar información.....	129
4.2.4.	Recolección de datos	130
4.3.	Analizar	133
4.3.1.	Análisis de los datos y el proceso	133
4.3.2.	Identificación de posibles causas.....	138
4.3.3.	Determinación de las causas	141
4.4.	Mejorar.....	143
4.4.1.	Identificar posibles soluciones.....	143
4.4.2.	Optimizar el proceso	144
4.5.	Control.....	148

4.5.1.	Documentación de la mejora	149
5.	MEJORA CONTINUA.....	155
5.1.	Análisis de cumplimiento de objetivos	156
5.2.	Diferencias entre el proceso actual y el proceso propuesto ..	157
5.3.	Factores para mantener el proceso eficiente.....	158
5.3.1.	Capacitación continua	158
5.3.2.	Evaluación continua.....	159
	CONCLUSIONES	167
	RECOMENDACIONES.....	169
	BIBLIOGRAFÍA.....	171

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Logo de Proseresa.....	1
2.	Catálogo de distintos productos.....	3
3.	Ubicación de la empresa.....	4
4.	Organigrama.....	9
5.	Gráfica del nivel seis sigma.....	24
6.	Nivel seis sigma y desviación estándar.....	25
7.	Seis sigma y defectos por millón de oportunidades.....	26
8.	Diagrama de operaciones de procesos.....	49
9.	Diagrama de flujo de operaciones.....	51
10.	Diagrama de causa – efecto.....	52
11.	Área de trabajo.....	56
12.	Propuesta para mejora en entrega de turnos.....	99
13.	Propuesta para mejora en entrega de turnos.....	100
14.	Personal en operación.....	102
15.	Tiempos promedio.....	104
16.	24 piezas con acomodo vertical.....	108
17.	Uso de separador interno de cartón.....	108
18.	Punto de equilibrio.....	111
19.	Diagrama de Pareto.....	134
20.	Diagrama de causa y efecto.....	136
21.	Diagrama de causa y efecto.....	137

TABLAS

I.	Información nutricional.....	15
II.	Matriz de análisis FODA	47
III.	Causas y efectos	53
IV.	Resumen de los desperdicios.....	64
V.	Análisis de producción	98
VI.	Estudio de tiempos	104
VII.	Punto de equilibrio	110
VIII.	Costos de implementación.....	113
IX.	Cotización de caja grande	114
X.	Cotización de caja mediana.....	115
XI.	Posible ahorro en la propuesta de mejora	115
XII.	Costos variables	116
XIII.	Equipos de producción	117
XIV.	Project charter.....	120
XV.	Diagrama básico del proceso de envasado.....	123
XVI.	SIPOC del envasado de ketchup.....	124
XVII.	Reconocimiento de variables.....	125
XVIII.	Resultados de ejercicio.....	129
XIX.	Formato para recolección de datos.....	132
XX.	Identificación de causas - sellos	135
XXI.	Identificación de causas - etiquetado.....	137
XXII.	Plan de mantenimiento preventivo.....	145
XXIII.	Registro de capacitaciones.....	148
XXIV.	Modelo de formato para control de procedimientos.....	151
XXV.	Formato para auditorías 5S	152

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Z	Cantidad de desviaciones estándar, alejadas de la media
dpmo	Defectos por millón de oportunidades
dpo	Defectos por oportunidad
D	Demora
H-H.	Horas-hombre
□	Inspección
5'S	Metodología 5S
Min.	Minutos
○	Operación
p.p.m	Partes por millón
%	Porcentaje
σ	Sigma
Σ	Sumatoria
⇨	Transporte

GLOSARIO

Avances tecnológicos	Proceso evolutivo de creación de conocimientos técnicos, ordenados, científicos que permiten crear bienes y servicios adaptados al medio ambiente con el propósito de mejorar el estilo de vida.
Calidad seis sigma	Combinación de verificaciones de los requerimientos del cliente, reflejado en diseños robustos y en la capacidad de 3,4 defectos por millón de oportunidades de cometer un defecto.
Capacidad instalada	Se refiere a la disponibilidad de infraestructura necesaria para alcanzar el máximo potencial de producción.
Característica	Definición o medida que representa a un proceso, producto o variable.
Causa	Razón que produce un efecto o provoca una oportunidad.
Cantidad demandada	Número de unidades de un cierto bien o servicio que los consumidores demandan a un precio dado.
Consecución	Obtención de aquello que se ha venido buscando con insistencia.

Consumidor final	Persona que realmente utiliza un producto y es con quien verdaderamente finaliza el proceso productivo.
Continuidad	Permanencia de un evento sin interrupción.
Correlación	Conjunto de pasos que se realizan para la realización de una actividad.
Cultura empresarial	Es como se identifica la forma de ser de una empresa y se manifiesta en las formas de actuación ante problemas y oportunidades de gestión.
Defecto	Falla o inconformidad que va en contra de las especificaciones de calidad en el proceso de producción.
Defecto por unidad	Resultado del cociente de número de defectos por el número de productos producidos.
Desempeño óptimo	Estado o situación en la que se está en el grado más alto o inmejorable.
Desperdicio	Cualquier residuo generado por la actividad industrial que contribuya al costo de producción sin agregar ningún tipo de valor al producto final.
Diagrama de Pareto	Gráfica de prioridades. Tiene la premisa que el 20 % de las causas pueden corregir el 80 % de las consecuencias.

Diferenciación	Proceso de distinguir un producto o servicio de otros para hacerlo más atractivo en un determinado mercado.
Distribución normal	Función de densidad continua, simétrica respecto a la media; su característica principal es que tiene forma de campana.
DMAIC	<i>Define, measure, analyze, improve, control</i> (definir, medir, analizar, mejorar, controlar)
Efectividad	Es el equilibrio entre eficacia y eficiencia, es decir, se es efectivo si se es eficaz y eficiente.
Eficacia	Grado de cumplimiento de las metas perseguidas sin tener en cuenta la economía de medios empleados para la consecución de los objetivos.
Eficiencia	Hacer el trabajo de forma correcta, en el menor tiempo posible y utilizando la menor cantidad de recursos disponibles.
Envasado	Colocar un líquido u otra sustancia en un recipiente con el fin de preservarlos y protegerlos de cualquier agente contaminante.
Estrategia	Definición, formulación, implementación y evaluación de decisiones para alinear las metas y objetivos de una organización a largo plazo.

Excelente servicio	Es el cumplimiento de factores como velocidad de tiempo de respuesta, la calidad de la solución proporcionada y la forma como proporcionó la respuesta.
FIFO	Primero en entrar, primero en salir (siglas en inglés para <i>first in, first out</i>).
FODA	Fortalezas, oportunidades, debilidades, amenazas
Fortalecimiento	Acción que consiste fundamentalmente en la mejora de la eficiencia y eficacia, principalmente, a nivel organizacional.
Grupo de interés	Es un conjunto de personas, organizadas en torno a un interés común.
Industria alimentaria	Es la industria encargada de transformar los productos del sector agropecuario, es decir, la agricultura y la ganadería.
Implementación	Postura que se caracteriza por presentar o mantener ideas o propuestas avanzadas.
Líder	Persona con capacidad para ejercer influencia sobre otros con el fin de guiarlos y dirigirlos.

Línea de producción	Conjunto de operaciones secuenciales con la finalidad en común de transformar o integrar materia prima en otros productos.
Mapeo de procesos	Gráfica de flujo para analizar por componentes y para comprender de una mejor manera un proceso.
Metodología	Conjunto de pautas y acciones orientadas a describir un problema.
Mejora continua	Filosofía que intenta encontrar una manera constante de mejorar la eficiencia y la calidad de los productos y/o servicios.
Modelo de negocios	Forma en la que una empresa u organización plantea generar ingresos y beneficios.
Nivel sigma	Estimación estadística del número de defectos que se producen dentro de un proceso.
Operarios	Se le llama de esta forma al trabajador que participa en un proceso productivo y que tiene un oficio de tipo manual o debe manipular una máquina.
Permanencia	Mantenimiento de determinados elementos a través del tiempo.
Precio competitivo	Es el precio establecido en un mercado en competencia perfecta.

Proceso	Conjunto de pasos que se realizan para la realización de una actividad.
Productividad	Relación entre los recursos empleados y los resultados obtenidos.
Producto defectuoso	Es aquel que carece de las cualidades que le son propias o se desvía de las especificaciones establecidas.
Reducción	Disminución de algo que anteriormente era de mayor tamaño.
Rentabilización	Capacidad que tiene algo para generar suficiente utilidad o ganancia.
Scrap	Es una palabra inglesa que se traduce como chatarra o residuo. En el contexto industrial; <i>scrap</i> se refiere a todos los desechos y/o residuos derivados del proceso industrial.
Seis sigma	Se define como una herramienta o metodología de mejora constante de la calidad dentro la gestión de una empresa.
Sistema productivo	Es un conjunto de partes interrelacionadas que va desde las máquinas, las personas, los materiales y los procedimientos que existen para alcanzar el objetivo trazado de producción.

Sobreproducción	Uno de los siete defectos. Se puede dar de dos maneras: se produce más de lo que se demanda o se produce antes de realizarse un pronóstico de demanda.
Tiempo muerto	En la actividad fabril, se refiere así a aquel en el que el operador no realiza ninguna actividad productiva.
Valor añadido	Característica o servicio extra que se le da a un producto o servicio con el fin de darle un valor en la percepción del consumidor.
Vanguardia	Postura que se caracteriza por presentar o mantener ideas o propuestas avanzadas.
Variable	Característica que puede tener varios valores.
Variación	Diferencia cuantificable entre medidas.
Ventajas competitivas	Característica que le otorga en posición relativa superior para competir.
Vida útil	Conjunto de pasos que se realizan para la realización de una actividad.
5S	Metodología japonesa que consiste en cinco términos que comienzan con la letra s y se utilizan para conseguir un área de trabajo higiénica.

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo de graduación es emplear la herramienta seis sigma en el proceso de envasado de ketchup, de la empresa Proseresa Ltda., por medio de la metodología DMAIC para reducir las unidades no conformes generadas por el proceso e incrementar la productividad. Aplicar esta metodología permitirá identificar la situación problema en el proceso de envasado; además, conocer las especificaciones del proceso y del cliente para el producto final; luego, definir las variables de entrada y salida que intervienen en el proceso y la forma como afectan la consecución de los requerimientos del proceso y del cliente en el producto. Conocer el comportamiento de las variables del proceso por medio de mediciones de datos y análisis estadísticos para determinar las causas directas de la situación problema. Todo lo anterior con el objetivo de proponer estrategias de mejora para la capacidad del proceso, así como su medio de control para asegurar su continuidad en el tiempo y su efectividad.

El grupo de trabajo pudo desarrollar las etapas del ciclo DMAIC y con esto alcanzar los objetivos planteados al inicio del proyecto. De esta manera, es posible resaltar la importancia de estos proyectos dentro de las empresas y en el desarrollo de los futuros profesionales que ingresan a la industria; permite con esto la aplicación de los conocimientos y la obtención de experiencia dentro del campo en el que se desempeñaran en su carrera laboral.

Este trabajo de graduación consta de 5 capítulos: antecedentes generales y marco teórico: se describe a grandes rasgos las actividades y giro de negocio de la empresa Proseresa Ltda.; también, toda la teoría sobre la metodología

seis sigma, definiciones, componentes y la forma de aplicación. El segundo capítulo, situación actual, describe las condiciones actuales de la empresa; describe las carencias, las oportunidades de mejora y la manera como se ejecutan los procesos. En el capítulo tres se realiza una propuesta para mejorar la situación descrita en el capítulo anterior y se describe el plan para implementar la metodología y reducir desperdicios dentro del proceso productivo. El cuarto capítulo desarrolla la propuesta: se describen las acciones puntuales e implementadas para ejecutar de buena manera todo el planteamiento descrito en el capítulo anterior. Finalmente, en el capítulo cinco, sobre la mejora continua, se realizan distintas propuestas para mantener y seguir ejecutando la metodología seis sigma a lo largo del tiempo.

OBJETIVOS

General

Mejorar el proceso para la reducción de *scrap* en el envasado de productos líquidos, con la metodología seis sigma en una industria de alimentos.

Específicos

1. Indicar los tipos de beneficios en la implementación de la metodología seis sigma en la empresa Proseresa.
2. Aplicar la metodología seis sigma al proceso de envasado de productos líquidos.
3. Disminuir tiempos muertos, productos defectuosos y desperdicios de producción.
4. Producir con una mejor calidad para disminuir los costos ligados al empaque secundario.
5. Proponer estrategias de mejora continua en el proceso, así como su medio de control para asegurar continuidad en el tiempo y mayor productividad.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las empresas y/o organizaciones tienen como principal objetivo garantizar la rentabilización para sus grupos de interés, con productos de calidad, excelente servicio y un precio competitivo logrando así la preferencia de sus clientes; para lograr esta tarea, debido a la creciente y numerosa competencia, los avances tecnológicos, la necesidad de ser más eficientes, etc., es necesario un desempeño óptimo del conjunto de procesos del procedimiento de la realización de un producto, desde su fabricación hasta su entrega al consumidor final.

Sin importar la naturaleza de actividades de la empresa, un factor común a todas es mantener los costos por pérdidas en producción lo más bajo posible, lo cual se traduce en lograr una menor cantidad de errores por unidad; logra así, conseguir producir una mayor cantidad de productos con los mismos recursos; es decir, ser más eficientes.

El presente trabajo de graduación es un proyecto enfocado en la mejora del proceso para la reducción de *scrap* en el envasado de productos líquidos, específicamente en el de la salsa ketchup; se utiliza la metodología seis sigma, con el objetivo de alcanzar un mayor rendimiento de la empresa; lo que se traduce en mayores ingresos y reconocimientos.

Este trabajo de graduación incluye los capítulos siguientes: antecedentes y marco teórico, situación actual, propuesta de mejora, desarrollo de la propuesta y mejora continua.

1. ANTECEDENTES GENERALES Y MARCO TEÓRICO

1.1. Descripción de la empresa

A continuación, se describen aspectos de la empresa Proseresa, Productos y Servicios de Restaurantes, S.A., que se identifica con el número tributario 477336-5; historia, ubicación, misión, visión, valores, política de calidad, organigrama, sector y actividad económica, producto estudiado, descripción del proceso del producto y sus características; con la finalidad de facilitar un entendimiento y un contexto adecuado sobre el trabajo realizado. En la siguiente figura se muestra el logo de Proseresa.

Figura 1. **Logo de Proseresa**



Fuente: Proseresa. <http://proseresagt.com/>. Consulta: 4 de julio de 2017.

1.1.1. Historia

La compañía Proseresa fue fundada en el año de 1988; inició sus operaciones en el departamento de Escuintla, Guatemala. Surge con el fin de satisfacer la necesidad de los restaurantes en el área de producir sus propios productos; logró así, agilizar sus procesos de cocina en cada una de sus instalaciones; también, la reducción de sus costos de producción.

Al inicio, no era más que un simple taller de cocina; en dicho taller se contaba con un pequeño espacio en donde una o dos cocineras preparaban productos que los restaurantes iban a necesitar durante un periodo de tiempo de una semana o dos semanas máximo. En este momento, los procesos de producción eran completamente artesanales y se elaboraban únicamente productos típicos. Después de varios años, y conforme la compañía fue creciendo, tuvo una constante evolución hasta llegar a ser una planta de producción a nivel industrial; cuenta con una certificación a nivel mundial por producir productos de calidad y brindar el servicio de *foodservice* con una gran calidad.

Actualmente, la compañía cuenta con varias plantas de producción dotada con instalaciones altamente tecnificadas y diseñadas para la industria de alimentos; también, consta con panadería y una planta exclusivamente para productos enlatados. Además, existe una flota de despacho y una flota de distribución.

Se fabrica un catálogo amplio de productos, entre los que están:

- Carnes: puyaso y lomito, tortitas de carne y embutidos.
- Enlatados y envasados: frijoles negros volteados, jalapeños en escabeche, dulce de leche, miel de abeja, miel de maple, salsa kétchup, salsa verde picante, salsa roja extra picante, vinagre y chile chipotle.
- Panadería: empanadas, baguette integral, baguette blanco, francés, bollo, chapata, hojaldra, champurrada, zepelín de zanahoria, zepelín de banano.
- Repostería: pastel tres leches, pie de elote, pie de higo, pie de manzana, pie de queso, quiche espinaca, quiche puerro.
- Salsas y aderezos: aderezo santa fe, aderezo asiático, aderezo césar, aderezo naranja, recado para chuchito, recado para tamal, salsa para pierna, salsa ranchera, salsa roja para chuchitos.
- Sopas: sopa de frijol, sopa de tortilla, caldo mexicano.¹

En la figura 2, se observa el catálogo de todos los productos de la compañía.

¹ Compañía Proseresa. *Historia*. <http://proseresagt.com/>. Consulta: 4 de enero de 2018.

Figura 2. **Catálogo de distintos productos**



Fuente: *Catálogo*. <http://proseresagt.com/>. Consulta: 8 de agosto de 2017.

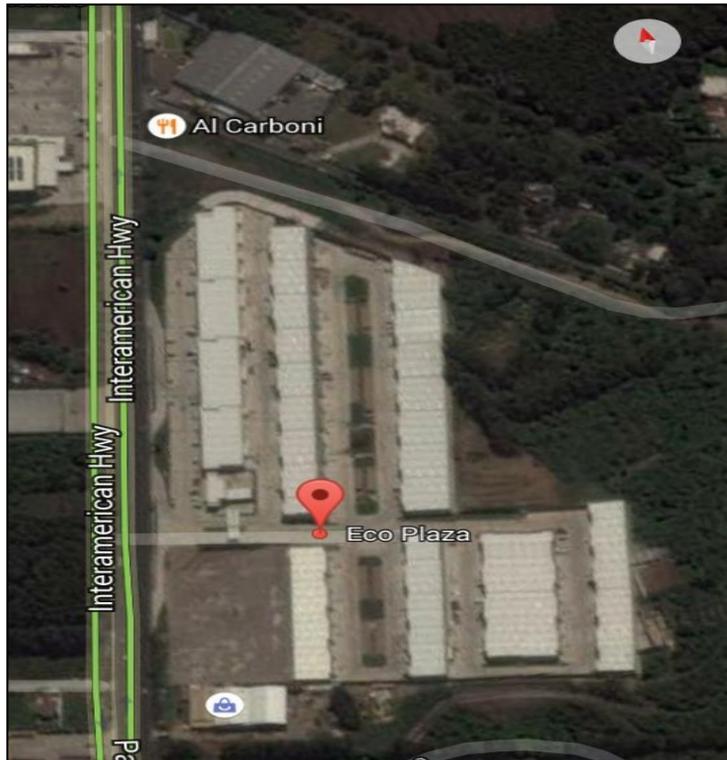
Y fue así, contando con esta importante y variable cantidad de recursos, como Proseresa, pasó de ser un simple taller de cocina a una planta que distribuiría no solo a restaurantes, también a supermercados, hoteles, tiendas, etc. Logró con esto ser una de las empresas líderes en su campo.

1.1.2. Ubicación

“La planta de producción de Proseresa y sus oficinas corporativas se encuentra ubicada en la dirección km 25,5 Carretera a El Salvador Ofibodegas 25.5, bodega 9, municipio de Fraijanes, departamento de Guatemala, la cual se encuentra en la figura 3”.²

² Compañía Proseresa. *Ubicación*. <http://proseresagt.com/>. Consulta: 4 de enero de 2018.

Figura 3. Ubicación de la empresa



Fuente: *Google Maps*. <https://www.google.com/maps>. Consulta: 4 de julio de 2017.

1.1.3. Misión

“Producir productos alimenticios de calidad óptima, mediante eficiencia, esfuerzo y profesionalismo para exceder las expectativas de nuestros consumidores, clientes, colaboradores, accionistas y de la comunidad, lo que nos consolida como una empresa en constante crecimiento”.³

³ Compañía Proseresa. *Misión y visión*. <http://proseresagt.com/>. Consulta: 4 de enero de 2018.

1.1.4. Visión

“En 2020 ser la empresa líder en el mercado en la elaboración de productos alimenticios y también ser el proveedor principal de lo más importantes restaurantes y hoteles del país, cumpliendo las normas ISO 9001:2015, para satisfacer los más exigentes requerimientos del mercado, manteniendo el mejoramiento continuo y el comportamiento ejecutivo ejemplar”.⁴

1.1.5. Valores

El equipo humano de Proseresa se identifica con los siguientes valores:

- Colaboración y trabajo en equipo: trabajamos en equipo con rapidez y eficacia, actuando conjuntamente impulsados por objetivos comunes, buscando siempre la satisfacción de nuestros clientes, mediante un impacto positivo hacia ellos con nuestro trabajo.
- Compromiso: estamos comprometidos con nuestra organización, brindando lo mejor de nosotros para el cumplimiento de los objetivos mediante una apertura al diálogo valorando la diversidad de cada individuo y su capacidad de aportar. Escuchamos abierta y constructivamente y nos comunicamos de manera transparente, empoderamos con responsabilidad y cumplimos lo que decimos.
- Responsabilidad: somos un grupo humano comprometido con cumplir con nuestras labores, requerimientos de nuestro trabajo y las tareas asignadas, así como también, asumir las consecuencias por los actos que realizamos.
- Honestidad: buscamos permanente de la verdad, la capacidad y libertad para expresar lo que se piensa o se siente acerca de otra persona o de una situación determinada, con una intención beneficiosa y para el bien común. Seguimos una línea de trabajo ético con honradez y lealtad, siendo fieles y respetando nuestros principios.
- Integridad: básicamente se trata de hacer lo que se dice y se promete. Al crearse una expectativa (le vamos a comprar/vender tanto de tal producto a tal precio en tal fecha, bajo determinadas condiciones de calidad) esta debe satisfacerse. El incumplimiento tendrá necesariamente un costo, ya sea monetario o de pérdida

⁴ Compañía Proseresa. *Misión y visión*. <http://proseresagt.com/>. Consulta: 4 de enero de 2018.

de imagen y confianza. En este sentido, la integridad consiste no sólo en cumplir lo prometido sino en minimizar el costo del incumplimiento

- **Calidad:** realizamos nuestro trabajo de la mejor forma posible, tratando de cumplir las expectativas que los clientes tienen con nosotros, esto mediante la revisión y autocrítica de todos los procesos involucrados en la elaboración de los alimentos para lograr conseguir una mejora constante que nos llevará a la excelencia continua.
- **Innovación:** somos abiertos y flexibles ante nuevas ideas, cuestionamos paradigmas, mantenemos un enfoque práctico y asumimos riesgos responsables para generar innovaciones efectivas.
- **Enfoque al cliente:** cumplimos con las promesas adquiridas con los clientes, anticipamos y superamos sus expectativas actuando con calidad y oportunidad y trabajamos agregando valor a la empresa, creando una cultura de servicio.⁵

1.1.6. Política de calidad

Nuestro compromiso es ofrecer y proveer productos alimenticios de la más alta calidad. Entendemos esto como el compromiso de todo el grupo humano en buscar la máxima satisfacción de los consumidores. Este compromiso se demuestra en la investigación y mejoramiento continuo de nuestros procesos. Garantizamos la calidad e inocuidad de nuestros productos en toda la cadena productiva con:

- Instalaciones adecuadas para la industria alimenticia que están dotadas de instalaciones altamente tecnificadas.
- Proveedores que nos garantizan el abastecimiento de materias primas de alta calidad.
- Procesos productivos estandarizados y controlados.
- Recurso humano competente y comprometido con el cumplimiento de los objetivos y valores de la organización.
- Mentalidad de trabajo orientada al mejoramiento continuo y desarrollo sostenible.

La compañía sustenta su política de calidad en las siguientes bases y puntos de actuación:

- Ofrecer un producto con los más altos estándares. Que cumpla con las normas y leyes, así como los requerimientos de calidad y seguridad alimentaria, para el deleite de nuestros consumidores y preferencia de nuestros clientes.

⁵ Compañía Proseresa. *Valores*. <http://proseresagt.com/>. Consulta: 4 de enero de 2018.

- Impactar de manera positiva en el desarrollo integral de los empleados, sus familias y la comunidad como parte del compromiso voluntario de nuestra empresa para con el país. Esta iniciativa busca el mejoramiento de la calidad de vida del trabajador, el desarrollo social y el equilibrio ambiental.
- Tener un plan de capacitación y formación continua del personal de la compañía como base para una mejora constante y en los procesos internos de producción.
- Revisión periódica y sistemática del funcionamiento de los procesos internos.
- Respetar y llevar a cabo en la medida de lo posible, prácticas que sean amigables con el medio ambiente.
- Asegurar una comunicación asertiva y ágil con el fin de lograr un mejor entendimiento entre el recurso humano, así como también un dinamismo y flexibilidad en el trabajo, y transmitiendo estos valores a nuestros clientes.
- Mantener y seguir una línea ética de trabajo, respetando nuestros principios, haciendo partícipes de esto, a nuestros proveedores y clientes junto con el personal de trabajo.
- Tener como prioridad, valorar y respetar el recurso humano, velando por su seguridad y valorando cada una de las funciones realizadas en la empresa.⁶

1.2. Tipo de organización

La compañía Proseresa es dirigida por su junta directiva, la cual administra y dirige sus decisiones. Laboran aproximadamente 250 personas, en su gran mayoría correspondiente a la mano de obra directa involucrada en los procesos productivos de la empresa y la minoría del personal dedicado al área administrativa. El tipo de estructura organizacional y jerárquica es vertical y cuenta con siete principales departamentos: producción, administración, compras, ventas, recursos humanos, gestión de la calidad y contabilidad. Existe un gerente encargado de administrar, supervisar y gestionar cada departamento y un gerente general que es el máximo responsable del correcto trabajo de estos.

⁶ Compañía Proseresa. *Política de calidad*. <http://proseresagt.com/>. Consulta: 4 de enero de 2018.

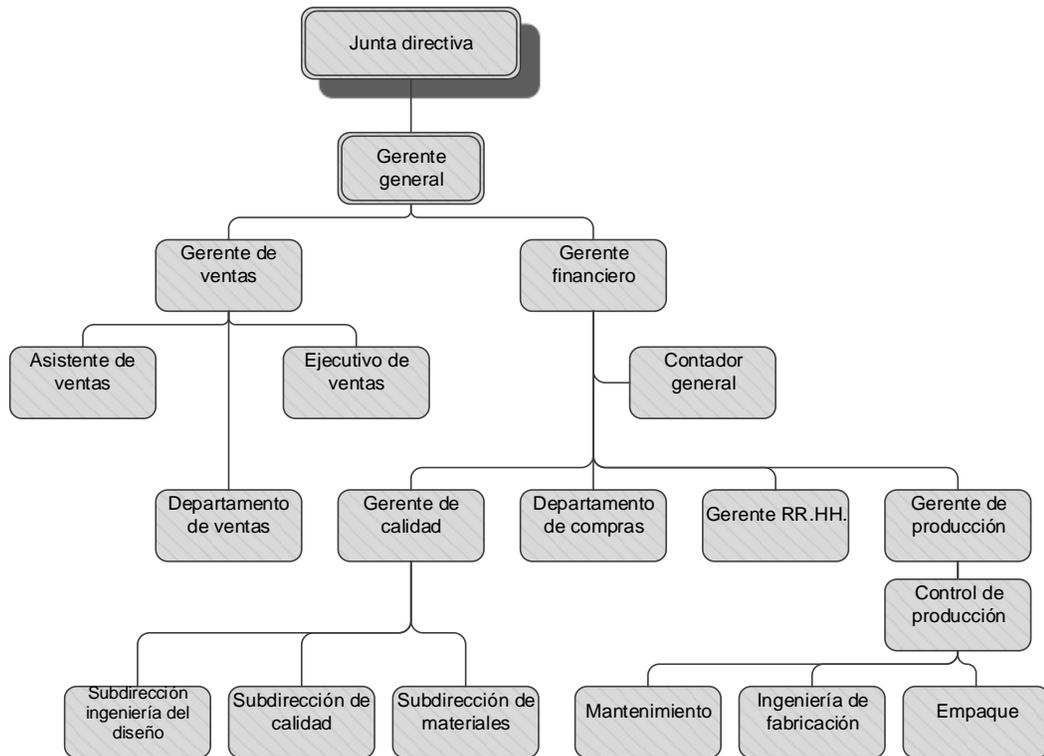
Por otro lado, los departamentos de calidad y de producción están integrados de las siguientes subdirecciones:

- Subdirección de ingeniería de diseño
- Subdirección de calidad
- Subdirección de materiales
- Subdirección de producción
- Ingeniería de fabricación
- Fabricación
- Empaque
- Control de la producción
- Mantenimiento

Organigrama: se refiere a un esquema de la estructura de responsabilidades dentro de una empresa. En este se representan los diversos departamentos o individuos con sus respectivas responsabilidades.

A continuación, se describen brevemente y en forma general las actividades y tareas de cada departamento; además, se presenta en la figura 4 el organigrama de la empresa.

Figura 4. Organigrama



Fuente: elaboración propia.

- Producción: la función principal de este departamento es transformar la materia prima y los insumos en la creación de productos; busca realizar esto de la manera más económica y eficiente. Con frecuencia, las actividades de producción representan la parte más grande del activo humano y el capital de una organización. En la mayor parte de las industrias, los costos básicos por fabricar un producto o servicio se contraen con las operaciones, así que la producción y las operaciones pueden tener un gran valor como arma competitiva para la estrategia global de una compañía.

- Administración: las funciones básicas de la administración son: planeación, organización, dirección, coordinación y control de los recursos humanos, financieros y materiales. Adicional, es el departamento encargado de darle soporte a todo el proceso productivo llevado a cabo en la planta. También, se encarga de tareas de vital importancia como adquirir, almacenar y suministrar oportunamente los materiales, el mobiliario, el equipo, las refacciones y los artículos en general, necesarios para el funcionamiento de la dirección. Otras funciones del departamento de administración son: el control de bodega de materia prima, el control de suministros, las negociaciones con proveedores, la supervisión de otros departamentos como compras, ventas, contabilidad, etc.
- Compras: entre sus funciones principales están: adquisición de materia prima e insumos necesarios para llevar a cabo la producción diaria; obtención de materiales que cumpla con las políticas de calidad de la empresa al costo más bajo posible.
- Ventas: es el departamento encargado de gestionar y coordinar estrategias de venta y satisfacer las necesidades del cliente. También, se encarga de la importante labor de ubicar y posicionar la empresa en el mercado.
- Recursos humanos: las labores efectuadas por este departamento son las siguientes: planificación, selección, contratación, formación, evaluación continua, gestión del proceso disciplinario, gestión de nóminas, prestaciones y beneficios de todo lo relacionado al personal de trabajo y capital humano.

- **Gestión de la calidad:** es el departamento encargado de armonizar la política de calidad de la empresa, es decir, adaptarse a los marcos propuestos. También, se encarga de liderar proyectos para asegurar la calidad en la empresa mediante la influencia, participación y mejora de todos los procesos productivos dentro de la planta.
- **Contabilidad:** es el departamento encargado de llevar a cabo todos los registros de las operaciones financieras y presupuestales de la empresa, de una forma exacta y segura, con el fin de proveer información importante que sirva como apoyo para la toma de decisiones. Toda esta labor debe realizarse con documentos comprobatorios y originales; logra así una vigilancia del correcto cumplimiento de las leyes, normas y demás reglamentos.

1.2.1. Sector y actividad económica

A continuación, se describe el sector y actividad económica al que pertenece la empresa Proseresa:

- **Sector de alimentos y bebidas**

Está subdividido en los sectores de bebidas, confitería, conservas y otros alimentos. La industria de alimentos, bebidas y tabaco es la segunda más importante del país, únicamente por detrás del comercio mayorista y minorista. Forma parte de una red de negocios cuyo objetivo es la generación de rentabilidad mediante la labor de proporcionar comida a la población. En términos generales, los alimentos procesados o que de alguna forma pasan por un proceso industrial son parte de este sector y actividad económica; esto es lo que marca la diferencia con la industria alimenticia en general; también, incluiría

en el proceso a los productores comerciantes de productos agrícolas no procesados.

En Guatemala, el sector de alimentos y bebidas destaca entre uno de los más estables, de mayor crecimiento, con mayor generación de empleo y uno de los que más aporta al PIB en el país. Se estima que este sector económico además de ser un gran generador de empleo es también el tercero en importancia en generación de remuneraciones para los asalariados. Adicional a esto, el sector aporta un volumen importante de exportaciones a la economía nacional, entre los rubros más importantes de exportación se encuentran: azúcar, aceites y grasas tanto vegetales como animales, legumbres, frutas preparadas o en conserva, productos de panadería, etc.

En un mercado globalizado como el de la actualidad, el sector de alimentos y bebidas ha tenido la importante labor de adaptación y aplicación de normas de seguridad alimentaria y tecnologías apropiadas, esto para tener la capacidad competitiva ante las grandes transnacionales y el cumplimiento de leyes y normas tanto nacionales como internacionales.

- Productos alimenticios

En esta actividad económica están todas las empresas correspondientes al sector de alimentos y bebidas que se dedican a la fabricación, comercialización y distribución de toda clase de productos alimenticios al por mayor y menor.

1.3. Proceso productivo

El proceso de producción para la preparación de kétchup es un proceso tradicional y simple, que no consta de demasiados pasos y varía dependiendo del rango de escala de producción y el tamaño de la empresa; también, de su grado de actualización tecnológica.

Proseresa es una compañía del rango de tamaño entre mediana y gran empresa, por la variedad de procesos y el volumen de producción que se realiza en la planta; sin embargo, la elaboración del kétchup (que es el proceso estudiado en cuestión) a pesar de ser una tarea importante no es de las principales de la compañía, por lo que, el nivel de producción realizado se encuentra en el rango de una mediana empresa.

Se realizan ciertas operaciones de forma manual, otras de forma mecánica, lo cual se traduce en una mejor calidad de fabricación y un mayor volumen de producción. A lo largo de los años y de acuerdo a la evolución de la empresa se han realizado cambios que se refieren fundamentalmente a la modernización del equipo y maquinaria, con lo que se logra: un incremento notable en ritmo de producción, estandarización de la calidad y la reducción de costos operativos.

1.3.1. Producto

Kétchup: el origen de esta famosa salsa ha sido debatido pero sus orígenes y raíces son del continente asiático. La palabra kétchup es derivada de la salsa china *ketsiap*, que proviene del chino *kôechiap*, que significa salsa de pescado en escabeche.

Se trataba de una salsa con pescado y carne, picante, que, curiosamente, no contenía tomate. En ese entonces, la salsa *ketsiap* tenía una gran similitud con la salsa soya debida a lo salada que eran (esto porque en la antigüedad no existía métodos de refrigeración y la sal cumple perfectamente la función de preservante de alimentos).

No fue hasta el siglo XVII que los ingleses llegaron a Asia y la llevaron consigo de regreso a Europa. En el viejo continente tomaron la receta original y realizaron diversos experimentos, agregando ingredientes a la fórmula: nueces, anchoas, ostras y champiñones; con estos últimos, la salsa adquirió popularidad en Inglaterra y fueron llevados en el momento de la colonización esta creación al continente americano.

Luego de llegar a América, la salsa ketchup como se conoce hoy en día fue ideada por el estadounidense Henry J. Heinz, quién en 1876 tuvo la idea y fue el primero en añadir el tomate como ingrediente principal a la salsa. En el mismo año Heinz inicia la comercialización de su nuevo producto. En un principio, para la elaboración de la salsa, se usaban tomates frescos, más adelante para prolongar y lograr una mejor conservación se usaron tomates en vinagre. Gracias a esto y a la popularidad de esta salsa en todos los países (en Estados Unidos, por ejemplo, el promedio de consumo en los hogares está arriba del 97 %), la empresa Heinz fue teniendo un gran crecimiento y fue extendiéndose por todo el mundo de tal forma que hoy en día está íntimamente relacionada al producto y es una de sus mayores productoras.

La salsa ketchup, no importando la marca que la fabrique, debe tener el sabor característico a tomate al que los consumidores están acostumbrados; por lo anterior, los ingredientes usados para la fabricación de este producto no varían grandemente de fabricante en fabricante; las variaciones se dan en

cuanto a la proporción de cada ingrediente. El principal contenido como era de esperarse es el tomate, este, en forma de salsa de tomate concentrada. También lleva azúcar, cebolla, vinagre, sal y especias.

La información nutricional del ketchup por una cantidad de 100 gramos se presenta en la siguiente tabla:

Tabla I. Información nutricional

Información nutricional	
Calorías	112
Azúcares	22 g
Vitamina A	513 IU
Vitamina C	4,1 mg
Hidratos de carbono	26 g
Grasas totales	0,2 g
Proteínas	1,3 g
Sodio	907 mg
Potasio	315 mg
Calcio	16 mg
Hierro	0,4 mg
Magnesio	15 mg

Fuente: elaboración propia.

1.3.2. Descripción del proceso

A continuación, se describen cada uno de los pasos en el proceso productivo en la elaboración de la salsa ketchup:

- **Recepción de materia prima:** se reciben los tomates provistos principalmente por fincas de cultivo y también por empresas comercializadoras de productos de campo. Estos son entregados en el momento que han alcanzado la madurez y adquieren ese característico

color rojo intenso y uniforme y que es cuando son más aptos y útiles para la elaboración del ketchup.

- Transporte: se trasladan los tomates a través de cestas metálicas desde el punto de entrega del proveedor a la siguiente estación, en la cual se realiza la siguiente operación: inspeccionar y seleccionar.
- Inspección y selección: se inspeccionan los tomates, mediante la vista y el tacto, debiendo elegirse preferiblemente aquellos que dispongan de la forma, tamaño, estén fuertemente coloreados y que no tengan manchas ni golpes ni ningún tipo de imperfección. En resumen, en esta parte del proceso se asegura que la materia prima que se va a usar cumpla con las propiedades y parámetros físicos ideales para la realización de un producto de calidad.
- Transporte al área de lavado y calentamiento: se trasladan los tomates seleccionados a través de cestas metálicas al área de lavado.
- Lavado: el tomate seleccionado se lava por inmersión, para eliminar los residuos.
- Calentamiento: además del lavado, para darle un valor agregado al producto final en materia de calidad, en esta fase del proceso se realiza un tratamiento térmico cuya utilidad es eliminar cualquier tipo de microbio y/o bacterias que exista en el tomate. Se sumergen las cestas con tomates en un depósito con agua suficiente para cubrir en su totalidad el recipiente a una temperatura de ebullición de entre 90 °C y 110 °C. Se deja la cesta en el interior durante 5 minutos, tiempo suficiente para además de lograr la función antiséptica cumple la labor de ablandar la

piel y facilitar así la posterior operación de pelado. También, la función de evaporar parte del agua que contiene el fruto del tomate. Al finalizar, se saca la cesta y se coloca en el piso.

- Transporte al área de pelado: luego del proceso de calentamiento, los tomates son llevados al área de pelado
- Pelado de tomates: los tomates son colocados en una mesa donde los operarios se encargan de la labor de eliminar la piel, extraer semillas. Luego de esto los tomates son colocados en recipientes para llevarlos al área de preparación de pasta de tomate.
- Transporte: se trasladan los tomates del área de pelado de tomates a donde se realizará la preparación de la pasta de tomate.
- Preparación de pasta de tomate: también llamado proceso de despulpado, se agregan los tomates a un depósito en el que un sistema de molido, tritura el tomate y se elimina el exceso de agua hasta que se produce una pulpa muy fina. Al final, esto resulta con una consistencia espesa y es lo que se llama, pasta de tomate. Esta mezcla es colocada en un contenedor.
- Verificación de la pasta de tomate: cuando se termina la preparación de la pasta de tomate, un técnico de control de calidad toma una muestra para analizarla. En este análisis se verifica que la consistencia sea la adecuada, así como el color y la textura. Si la muestra recibe la aprobación del operario, el contenedor avanza hasta la siguiente fase del proceso.

- Transporte hacia recipiente de cocción y mezcladora: luego de la aprobación de control de calidad, el contenedor es transportado al área de cocción y de mezcla.
- Cocción y mezcla: se agrega la pasta de tomate a un recipiente en donde la mezcla se irá cocinando, a la vez que una mezcladora la revuelve evitando así que se pegue; logra la consistencia requerida y mezclando los ingredientes que serán agregados paulatinamente.
- Incorporación de ingredientes: mientras la mezcla sigue cocinándose y siendo mezclada, se le añaden los demás ingredientes: cebolla, sal, azúcar, especias y vinagre; todos estos han sido medidos previamente para mantener las proporciones de la fórmula. Inicialmente, solo se agrega una parte de los ingredientes, se deja que se mezclen un poco y luego se agrega el resto.
- Transporte: en este punto la mezcla se encuentra lista y finalizada por lo que se traslada al área de envasado.
- Envasado: se introduce la salsa en las diversas presentaciones por medio de una máquina envasadora que garantiza un perfecto llenado y hasta el punto indicado, sin dejar cámaras de aire que provocarían la descomposición más temprana del producto.
- Etiquetado y empacado: en la misma área de envasado se etiquetan los productos y se guardan en cajas.
- Transporte: el producto en las cajas se traslada a la bodega de artículos terminados.

- Almacén de producto terminado: se almacenan y colocan las cajas en respectivos estantes, estando así, listas para ser distribuidas.

1.3.3. Características

El proceso de la elaboración de la salsa kétchup en Proseresa, cuenta con características propias de la forma de trabajo en la compañía:

- El sistema de producción es por lotes, es decir, se crea una pequeña cantidad de productos idénticos. Los lotes de producto se pueden hacer con la frecuencia necesaria y las máquinas y demás herramientas pueden ser usadas para la fabricación de otros productos en caso sea necesario.
- Todo el proceso productivo se realiza a temperatura ambiente.
- Es un proceso continuo y en el que todos sus subprocesos son coordinados.
- A pesar de no ser uno de los procesos principales de la compañía cuenta con equipo tecnificado para la realización de diversas operaciones.
- La empresa tiene dos jornadas laborales. La primera jornada es de 7:00 a 15:00 horas y la segunda de 15:00 a 22:00 horas.
- Como todo sistema de producción industrial responde y tiene como prioridad: los costos, los plazos de entrega y la calidad.

1.4. Metodología seis sigma

A continuación, se describen aspectos importantes acerca de la metodología seis sigma: historia, definición, beneficios y estructura.

1.4.1. Generalidades

Seis sigma aparece como una herramienta de mejora de la calidad dentro de la gestión empresarial. La metodología seis sigma a pesar de ser un modelo relativamente reciente, tuvo eventos precursores que fueron agregando razones y motivos, además de herramientas para desarrollar una gestión como esta. Algunos de los más importantes son: la revolución industrial, la industrialización del trabajo o administración científica propuesta por Frederick W. Taylor, el aseguramiento de la calidad en la década de los años 50 por parte de la industria militar norteamericana, el sistema de calidad total de los japoneses, el control estadístico de procesos, etc.

La historia de la metodología seis sigma como tal se origina en los años 80 en Motorola, en el área de comunicaciones, específicamente, dónde un ingeniero llamado Bill Smith fue el pionero y quien sentó las bases de lo que sería el concepto seis sigma, mientras estudiaba la relación existente entre la vida útil del producto y el número de reparaciones que había tenido durante su fabricación. Bill Smith aseguraba que si un producto tenía defectos al momento de su fabricación y era reparado, posiblemente el cliente detectaría nuevos defectos de ese producto; es decir, su conclusión era que los índices de fallos en los productos terminados eran más altos que los reportados al final del proceso o incluso algunas veces estos reportes indicaban que no se encontraban errores y la solución a esto era fabricar todo completamente libre

de defectos; fue así como surgiría la idea que más adelante se convertiría en lo que ahora se conoce como seis sigma.

Posteriormente, otro ingeniero, en este caso, Mikel Harry, motivado por los planteamientos de Bill Smith, fue el encargado de estudiar y pulir la metodología seis sigma, no solo para evitar pérdidas en los costos de producción por la reducción de productos defectuosos sino como una manera de generar valor a la empresa y en este caso no solo a la compañía sino una forma de revolucionar la industria completa. Inicia con la intención de influenciar a la organización que se estudie la variación en los procesos como una manera de mejorar. Estas variaciones son las que estadísticamente se conocen como desviación estándar. Con estas ideas ya planteadas, el en ese entonces CEO de Motorola volcó todo los esfuerzos de la compañía a no solo analizar la variación en los procesos y documentar esta información; también, se propusieron la meta de alcanzar un nivel seis sigma lo que se traduce en 3,4 defectos por millón, lo cual se traduce en casi la perfección.

La compañía empezó a realizar cambios en el departamento de calidad; se nombró a una nueva persona a cabo y se realizaron reuniones para realizar una autocrítica de las condiciones actuales y como mejorarlas. Fue así como la organización entera se dio a la tarea de trabajar a un nivel seis sigma en todas sus operaciones, lo que al cabo del tiempo llevó a la compañía a obtener los resultados esperados y a recibir premios y distinciones por aquello.

Esta filosofía que inició como una estrategia de negocios y de mejoramiento en la calidad fue siendo adoptada primeramente por los clientes y proveedores de Motorola la que compartió detalles de su plan de calidad. A partir de esto comenzó la difusión de la metodología Seis Sigma, que fue adoptada por compañías de clase mundial tales como: General Electric (que fue

una de las primeras en incursionar de manera más agresiva), Sony, Polaroid, NASA, Toshiba, Ford, Black & Decker, Allied Signal, etc.

La implementación de la metodología seis sigma en las empresas lleva a conseguir grandes resultados que se traducen en: aumento de ventas, de utilidad, de confiabilidad de parte de los consumidores y de una mejora considerable en el rendimiento del producto o sistema que se ofrezca. Su aplicación no es sencilla pero los resultados avalan y respaldan que se realice. Para llevar a cabo esta metodología se requiere del uso de herramientas y datos estadísticos, con lo que se busca eliminar la variabilidad de los procesos y producir los resultados esperados, con el mínimo posible de errores, bajos costos y satisfacción al cliente. Puede ser aplicado no solo a procesos industriales de manufactura, también en procesos comerciales, servicios financieros, logísticos, mercantiles, tecnológicos, etc.

1.4.2. Definición

“Seis sigma se puede definir como una herramienta y/o metodología de mejora constante de la calidad dentro la gestión de una empresa. El nombre Seis Sigma se deriva de la letra griega σ la cual se utiliza para representar la desviación estándar de un conjunto de datos respecto a la media, utiliza herramientas estadísticas para la caracterización y el estudio de los procesos y de allí que se le nombre así”⁷.

El objetivo de la metodología seis sigma es reducir la variabilidad de los procesos, de modo que los procesos siempre se encuentren dentro de los parámetros establecidos por la empresa basados en las solicitudes y necesidades de los clientes. Existen únicamente dos maneras de lograr esto:

⁷ LOWELL JAY, Arthur. *Six sigma simplificado*. P. 33.

una reduciendo la variación y la otra mover el promedio del proceso más cerca del objetivo.

Seis sigma representa además una filosofía y meta de trabajo, en la cual se mide la realización de un proceso en cuanto a su nivel de productos o servicios de acuerdo a las especificaciones que se esperan de este.

1.4.3. Nivel seis sigma

El nivel sigma corresponde a cuantas desviaciones estándar caben entre los límites de especificación del proceso.

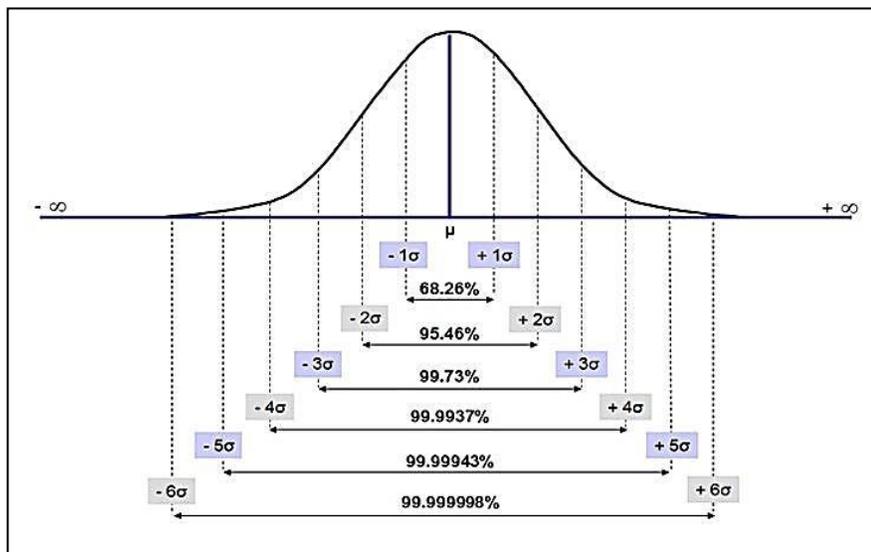
Se puede clasificar la eficiencia de un proceso mediante su nivel de seis sigma:

- 1 sigma = 31 % de eficiencia
- 2 sigma = 69 % de eficiencia
- 3 sigma = 93,3 % de eficiencia
- 4 sigma = 99,38 % de eficiencia
- 5 sigma = 99,977 % de eficiencia
- 6 sigma = 99,9996 % de eficiencia

Estos porcentajes fueron obtenidos a partir de asumir un nivel de desviación del valor nominal $1,5 \sigma$; se usa este valor porque según han revelado estudios como los realizados por Motorola, la mayoría de procesos varían $1,5 \sigma$ de la media, esto debido a diversas causas como: material utilizado, personal, maquinaria, herramientas, etc. Sin embargo, esta variación no debe salirse de los límites establecidos y esto se logra con la metodología Seis Sigma, ya que esta busca la menor variabilidad de los procesos.

Los procesos tienden a distribuirse siguiendo una distribución normal lo cual origina una gráfica conocida como campana de Gauss. El área debajo de la curva es igual al 100 %. Si sobre esta gráfica se colocan los límites de una gráfica de control se puede ver que hay valores que quedan dentro de la campana y otros que quedan fuera de esta, es decir, fuera de los límites. Estos últimos son los que representan la probabilidad de que ocurra un error. A continuación, se presenta la gráfica de los distintos niveles sigma.

Figura 5. Gráfica del nivel seis sigma



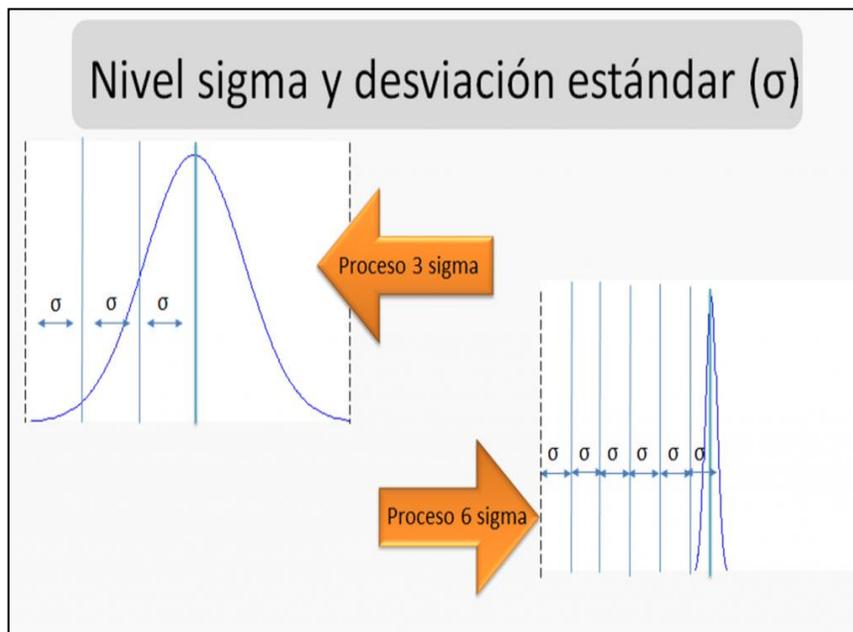
Fuente: *Conceptos de que es six sigma*. <http://www.leansolutions.co/conceptos/que-es-six-sigma/>. Consulta: 16 de agosto de 2017.

Aunque seis sigma se auxilia de estadísticas para su desarrollo, su significado se extiende mucho más. En ocasiones la meta de únicamente 3,4 defectos por millón puede no ser alcanzada, pero esto no significa que el proyecto sea un fracaso dado que como se trata de una estrategia para hacer las cosas más rápido, a menor costo, y mejores, al final de cuentas esto siempre traerá beneficios positivos a la empresa, involucra un proceso de mejora constante que todas las compañías en la actualidad necesitan para competir.⁸

⁸ GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Control estadístico de calidad y seis sigma*. p. 203.

En la siguiente figura se muestra la diferencia entre un proceso 3 sigma y 6 sigma.

Figura 6. Nivel seis sigma y desviación estándar

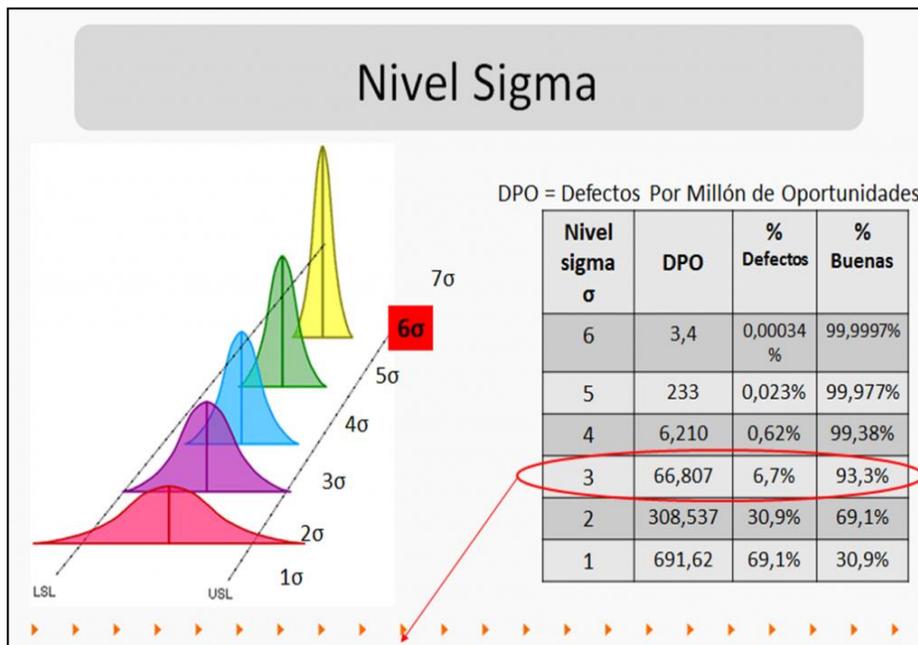


Fuente: *Conceptos de que es six sigma*. <http://www.leansolutions.co/conceptos/que-es-six-sigma/>. Consulta: 16 de agosto de 2017.

Como se observa, el proceso de la izquierda tiene un nivel sigma de 3 debido a que caben 3 desviaciones estándar entre la media y los límites de especificación, y en el proceso de la derecha caben 6 desviaciones estándar entre los límites de especificación dándole un nivel de 6 sigma.

El nivel sigma es una medida de que tan buenos son los procesos y se relacionan con los defectos por millón de oportunidades (DPO) de la siguiente manera.

Figura 7. **Seis sigma y defectos por millón de oportunidades**



Fuente: *Conceptos de que es six sigma*. <http://www.leansolutions.co/conceptos/que-es-six-sigma/>. Consulta: 16 de agosto de 2017.

La mayoría de las empresas tradicionales se encuentran en un nivel 3 sigma; y decir, tiene un 6,37 % de defectos; evidentemente la meta es pasar a un nivel 6 sigma con 3,4 defectos por millón de oportunidades.

1.4.4. **Campo de aplicación de seis sigma**

“Es aplicable a los procesos técnicos y no técnicos. Un proceso de fabricación es visto como técnico. En el proceso, tenemos entradas como: partes de piezas, montajes, submontajes, productos, partes, materias primas que físicamente fluyen a través del proceso. Otras entradas son temperatura,

humedad, velocidad, presión, etc. Existen innumerables variables de entrada que afectan un proceso”⁹.

Un proceso también está compuesto por equipos, calibradores, máquinas y herramientas (entre otras cosas) que producen la transformación de la entrada en una salida. Finalmente, a la salida es normalmente un producto final, un montaje o un submontaje. En un proceso técnico el flujo de productos es visible y tangible y por eso existen muchas oportunidades para recolectar datos y tomar mediciones en muchas instancias de las variables.

Por otro lado, un proceso no técnico es más difícil de ser visualizado. Procesos no técnicos son los procesos administrativos, de servicios de transacciones.

En esos procesos, las entradas pueden no ser tangibles, las salidas pueden ser no tangibles. Más estos son ciertamente procesos que al tratarlos como sistemas, permiten entenderlos mejor y determinar sus características, optimizarlos, controlarlos, y así eliminar las posibilidades de errores y fallas. Generar un mejoramiento en un proceso administrativo; vender un producto por teléfono y un proceso de servicio; así como hacer un financiamiento inmobiliario y un proceso de transacción.

1.4.5. Beneficios

Dentro de los beneficios que se obtienen con la implementación de la metodología seis sigma dentro de las organizaciones se tiene principalmente: mejora de la rentabilidad y productividad. Un innegable objetivo del nivel de desempeño del seis sigma es minimizar costos, a través de la reducción o

⁹ HERNAND ESCALANTE VÁZQUEZ, Edgardo J. *Seis sigma, metodología y técnicas*. p. 67.

eliminación de actividades que no agregan valor a los procesos y maximizar la calidad para obtener utilidades a niveles óptimos. Lo anterior provoca otros efectos como aumento de la confianza de los consumidores hacia la empresa, así como el posicionamiento de la marca y el aumento de su valor.

Motorola, la empresa responsable y que dio origen a la metodología, ha obtenido grandes beneficios por su ejecución, entre estos encontramos lo siguientes: Incremento de su productividad en un 12 % anual, reducción de los costos ligados a productos defectuosos hasta en un 85 %, eliminación del 99,7 % de los defectos en los procesos, ahorro de 10 000 mil millones de dólares en procesos de manufactura y aumento de un 17 % compuesto sobre ganancias y sobre sus acciones. La implementación de seis sigma involucra costos importantes, pero como se observa los resultados compensan ampliamente la inversión.

Además de los beneficios económicos, debido a que la metodología ha ido evolucionando desde su aplicación como únicamente herramienta de calidad a incluirse dentro de los valores claves de una empresa, como parte de su conjunto de valores y filosofía de acción. Crea una cultura interna de individuos educados en una metodología con un patrón de caracterización, optimización y control de procesos, porque las actividades repetitivas alrededor de un servicio o una confección de un producto constituyen un proceso. Se optimizan y/o mejoran los procesos para que éstos sean simplificados, reduciéndose el número de pasos y tornándose más rápidos y eficientes. Al mismo tiempo, esos procesos son optimizados para que no generen defectos y no presenten oportunidades de errores. Se busca la eliminación de defectos, fallas y errores por dos motivos: el primero, porque ellos tornan a los productos y servicios más caros, y cuanto más caros ellos fueran, menos probable será la posibilidad o voluntad de las personas de comprarlos; y segundo, porque defectos, errores y

fallas desalientan a los clientes, y un cliente insatisfecho devuelve el producto o ya no compra servicios. Cuanto mayor el número de clientes insatisfechos con productos y servicios, mayor es la tendencia de perder espacio en el mercado.

Entre estos beneficios están los siguientes:

- Mejor conocimiento de la empresa y todos sus procesos, identificando así, fortalezas y áreas de mejora.
- Aumenta la capacidad de autocrítica y, por lo tanto, la compañía mejora constantemente.
- Reducción significativa en la cantidad de errores en productos, lo que se traduce en ahorro en los costos de producción y en la máxima satisfacción de los clientes.
- Aumento en la competitividad de la empresa por la reducción de costos, aumento de ventas y la confiabilidad generada en los clientes hacia la empresa.
- Estandarización de técnicas y herramientas para la realización de los distintos procesos.
- Implica a la empresa en todos los niveles, compromete desde los puestos más altos de la dirección hasta cada uno de los integrantes de las diferentes áreas de la empresa.
- Cada uno de los involucrados en el programa seis sigma recibe un entrenamiento específico acerca de la labor que debe ejecutar.

- Esta metodología está enfocada a los clientes y a los requerimientos de estos, con lo que se logra cumplir al máximo las expectativas de estos para con la empresa.
- Mejora la comunicación entre los trabajadores, dado que la metodología se basa en una política intensa de comunicación entre todos los involucrados.
- Se acelera la mejora continua.
- El retorno de la inversión se recupera rápidamente.
- Se plantean objetivos a largo plazo porque es una iniciativa con horizonte de varios años, lo que fomenta el trabajo en equipo y aumenta la identificación de cada una de las partes con el todo, es decir, la empresa.

1.4.6. Estructura

La herramienta DMAIC es una parte fundamental de la metodología seis sigma, cuya función principal es mejorar procesos existentes en una empresa.

Es una herramienta potente que garantiza que los proyectos seis sigma sean abordados con un enfoque práctico y directo; logra con esto, alcanzar los resultados esperados.

DMAIC (por sus siglas en inglés: *define, measure, analyze, improve, control*) es un acrónimo de 5 fases interconectadas entre sí.

Definir los objetivos del proyecto, medir el proceso, analizar las posibles causas, mejorar el proceso a partir de conocer las causas y controlar mediante un sistema para asegurar el cumplimiento de lo establecido de los procesos futuros.

1.4.6.1. Definir (D)

Es la primera etapa de la herramienta DMAIC, en ella se define y comprende claramente el proceso actual, además de lo que se pretende realizar y entender que es lo que los consumidores esperan de nosotros. Con esto se logra enfocar de forma adecuada el proyecto, ya que se trabaja sobre las fortalezas y debilidades encontradas; es decir, se enfoca en las necesidades que se tienen en la actualidad y se busca una solución.

Básicamente, en esta etapa se identifica los principales problemas y se establecen los objetivos con base en estos sobre los cuales se va a implementar la metodología seis sigma. Es una etapa de gran importancia porque con una definición correcta y amplia del desarrollo del proyecto, es mucho más probable tener éxito en alcanzar los objetivos y metas que se buscan.

En esta primera etapa se llevan a cabo una serie de actividades que se describen en los siguientes puntos:

- Identificar oportunidades de mejora: luego del análisis y estudio de todos los procesos que se realizan, se realiza un ejercicio de autocrítica y se detectan las áreas en las que se puede mejorar.

- Establecer objetivos y metas: ya detectadas las deficiencias, se define que se pretende lograr al realizar el proyecto.
- Seleccionar el proyecto: el proyecto es el instrumento o vehículo por el cual se cumplirán los objetivos propuestos. Se define como el conjunto de actividades relacionadas y sistemáticas que pretenden conseguir un fin común.
- Validar el proyecto: se deberá identificar los procesos a mejorar y definir con mayor concreción las oportunidades de mejora pensando en colocar al cliente en primer lugar y analizar si el proyecto o los cambios que se llevarán a cabo están enfocados a ello. Esto se basa en la premisa que la mayoría de cosas que se hacen para llenar las expectativas del cliente, repercutirán de manera positiva a la empresa.
- Documentar y analizar el proceso actual: será necesario definir las actividades que se llevan a cabo en forma de procesos mediante el análisis de los diagramas de flujo y diagramas de operaciones y si no se cuenta con ellos deberán realizarse. Los diagramas de operaciones son importantes porque brindan una forma de visualización rápida de todos los procesos que se llevan a cabo y así detectar mejoras, dando prioridad a buscar una reducción de tiempo de ciclo y eliminar operaciones que no aportan un valor añadido al ciclo productivo.
- Definir los requerimientos del cliente: identificar los requerimientos del cliente y ver como encajan con el proceso analizado. La información acerca de lo que buscan los clientes puede ser obtenida por medio de encuestas, entrevistas, etc. A partir de esa información se traducirán las

necesidades del cliente en requerimientos críticos y, de la misma forma, determinara las prioridades de dichos requerimientos críticos.

1.4.6.2. Medir (M)

En esta fase se realiza la toma de datos, es decir, se abarca el enfoque cuantitativo del problema. Se define un punto de partida acerca del proyecto que se pretende realizar y con el cual se busca mejorar las áreas con deficiencia y se procede establecer un plan de recogida de datos. También, se definen indicadores cuantitativos para determinar el éxito de la aplicación de la metodología seis sigma.

Para cumplir los objetivos de la fase de medición, se realizan los siguientes pasos o tareas claves:

- Establecer que se debe medir: se procede a establecer las distintas mediciones que deben realizarse, y encontrar una relación entre estas, los objetivos que se pretenden alcanzar y los requerimientos del cliente.
- Gestionar las medidas: se realiza un plan de medición, este debe incluir lo siguiente:
 - Qué mediciones son necesarias
 - Cómo se han de realizar
 - Con qué frecuencia
 - Responsable de cada medición
 - Que se hará con los datos

Una vez definido el plan de medición, se debe proceder a recoger los datos correspondientes de una forma ordenada y respetando la planificación realizada.

- **Evaluar variabilidad:** las variaciones son inherentes a los procesos productivos, los resultados varían y esto genera costos para la empresa, por lo que se busca tener la menor variación posible. En la etapa de medición se toman datos de la variación actual para entender el panorama y rendimiento que se tiene; esto otorga una base o un parámetro de comparación para reducir la variación, minimizando así los costos que esto representa.
- **Determinar el rendimiento de los procesos:** la capacidad del proceso es un dato numérico de referencia que nos da información del proceso, comparado con los requerimientos del cliente y permite ver la efectividad de las mejoras que surjan en la realización del proyecto. Cuanto mayor es la desviación estándar de un proceso, mayor es la variabilidad que presentan sus resultados.

1.4.6.3. Analizar (A)

Es una fase muy importante de la herramienta DMAIC, puesto que, en ella, se analizan y estudian todas las mediciones obtenidas en la fase anterior, y más importante que esto es convertir estos a información realmente útil con el fin de encontrar las causas de los aspectos que se buscan mejorar. Para analizar la información obtenida se hace el uso de herramientas como: diagramas de árbol, diagrama causa y efecto, pruebas de hipótesis, diagramas de dispersión, etc.

La fase analizar se puede dividir en 4 etapas:

- Analizar los datos obtenidos en la fase medir
- Desarrollar hipótesis
- Aceptar o rechazar las hipótesis
- Confirmar la o las causas principales del problema

1.4.6.4. Mejorar (I)

En esta fase se hace uso de la información obtenida en el análisis, el entendimiento que se obtuvo al conocer mejor el proceso y lo que buscan los clientes.

Con una idea clara acerca del problema y sus causas, se procede a proponer diferentes métodos o formas para identificar, priorizar y seleccionar las acciones de mejora necesarias, sean correctivas, preventivas o evolutivas.

Para implementar una mejora se debe evaluarla, es decir, no confiar en un análisis cualitativo, sino que se debe estudiar si es la medida correcta y si producirá el resultado deseado.

La oportunidad de mejora puede presentarse en dos oportunidades:

- Cuando los procesos tienen deficiencias importantes y, por lo tanto, no son capaces de lograr siempre los efectos deseados.
- Los efectos que se buscan cada vez son más y más exigentes, por lo que es necesaria una mejora en el proceso.

En el primero de los dos casos anteriores, se está ante la necesidad de corregir el funcionamiento de los procesos y prevenir que dicha deficiencia o falla vuelva a ocurrir.

En el segundo caso, ante una necesidad de mejora continua de los procesos.

En la esta fase, el objetivo principal es tratar de eliminar la causa fundamental del problema que se busca erradicar o mitigar. Identificadas las características del proceso que se puedan mejorar, luego estas son diagnosticadas para conocer si las mejoras aplicadas son relevantes y logran cumplir con el efecto deseado.

1.4.6.5. Control (C)

La última pero no menos importante fase de la metodología DMAIC. El control tiene como fin primordial es conseguir que los procesos sean estables y capaces. Un proceso estable significa que tiene un comportamiento estable a través del tiempo y por lo tanto, es fácil de predecir. Un proceso capaz es aquel cuyas especificaciones no requieren de un esfuerzo para conseguir una mejora inmediata.

El control debe apoyar a mantener las mejoras, así como detectar cualquier tendencia a volver a antiguas prácticas innecesarias, es decir, actividades que no generan valor agregado. Para conseguir esto, un correcto proceso de control debe contar con los siguientes elementos:

- **Disciplina:** se refiere no solo al conjunto de normas y reglamentos que rigen en la empresa, también, al valor que deben poseer las personas

que de alguna u otra forma están involucradas en el proceso de control, que cabe destacar, ha de ser una actividad permanente.

- Estandarización: estandarizar procesos, normas y en términos de generación. Esto lleva a un enfoque pragmático que facilita el trabajo, además, mejora la comunicación ya que se realizan las actividades en sintonía. También, permite automatizar en buena medida el sistema de monitoreo.
- Documentación: poseer una documentación clara, simple y que además esté disponible y sea de fácil alcance para todos en la empresa. Debe contener instrucciones precisas para manejar ciertas situaciones no esperadas o situaciones de emergencia.
- Monitoreo: se refiere a la visualización permanente del proceso con el fin de detectar anomalías o desviaciones y aplicar las medidas correctivas pertinentes.
- Gráfica de control: es una herramienta estadística importante y muy utilizada en la fase de control, ya que permite analizar las características de calidad a través del tiempo, utilizando muestras pequeñas.

1.5. Equipo seis sigma

La conformación del equipo seis sigma es uno de los aspectos más importantes para la consecución de los resultados esperados en un proyecto de este tipo en el cual se requiere de la colaboración y participación de varias áreas y departamentos dentro de la empresa. Aunque no se consideran una herramienta de trabajo, los equipos son una de las características determinantes del éxito en el desarrollo de una metodología de calidad y, por lo tanto, deben de tener ciertas características: liderazgo, actitud de servicio y compromiso de realizar las tareas de la mejor manera posible.

Por lo tanto, se debe informar a todos los integrantes del equipo lo que se espera de ellos para lograr alcanzar los objetivos planteados y que estos serán en beneficio de ellos mismos y de la organización como tal. El primer paso para lograr lo anteriormente mencionado es establecer un documento en donde se especifiquen componentes básicos y esenciales: integrantes, objetivos, alcances, recursos destinados y trabajo a realizar. El propósito del documento es proporcionar dirección y mantener enfocado al equipo a través del proyecto.

Los equipos seis sigma deben estar constituidos por representantes de todas las áreas en las cuales el proyecto tendrá un impacto, además de un asesor externo, que sea experto en el tema. Un buen equipo será aquel que logre un trabajo en armonía, que cuente con la capacidad de planeación y organización para realizar el proyecto en el tiempo establecido¹⁰.

1.6. Metodología 5S

A la hora de planificar la mejora en las organizaciones frecuentemente se ve enfocados solo por soluciones complejas. Hablar de organizar, ordenar y limpiar puede ser considerado por muchos como algo trivial o demasiado simple. Son conceptos que se asocia al ámbito doméstico y nunca al empresarial. Sin embargo, estos tres conceptos tan sencillos en una primera impresión; es el primer paso que debe dar cualquier organización en su proceso de mejora y una premisa básica e imprescindible para aumentar la productividad y obtener un entorno seguro y agradable.

La metodología 5S es una estrategia para la creación y mantenimiento de áreas y puestos de trabajo más limpios, más organizados y más seguros; es decir, se busca conseguir un lugar digno, confortable y seguro para la realización del trabajo, con el objetivo de aumentar su eficiencia. Se ideó en entornos industriales para eliminar las ineficiencias en los procesos sobre todo en actividades repetitivas o en cadena. La metodología se centra en estudiar que consumos de materiales y tiempos se pueden reducir, cómo simplificar las actividades de los operarios para evitar errores, reducir riesgos, asegurar la

¹⁰ LOWELL JAY, Arthur. *Six sigma simplificado*. p. 89.

calidad y, en definitiva, aumentar la eficiencia de los procesos reduciendo costes al mismo tiempo.

Las 5S han tenido una amplia difusión y son numerosas las organizaciones de diversa índole que lo utilizan: empresas industriales, empresas de servicios, hospitales, centros educativos o asociaciones.

La metodología 5S representa acciones y/o principios expresados con cinco palabras japonesas que comienzan con 'S'; estos términos se ponen en práctica en la vida cotidiana y no son parte exclusiva de una cultura ajena a occidente; es más, todos los seres humanos han practicado las 5S en su vida sin saber que lo hacían. Las 5S son:

- Clasificar: separar innecesarios (seiri)
- Ordenar: situar necesarios (seiton)
- Limpieza: suprimir suciedad (seiso)
- Estandarizar: señalar anomalías (seiketsu)
- Disciplina: seguir mejorando (shitsuke)

Se pueden aplicar estos principios para cualquier tipo de organización, ya sea industrial o de servicios, que desee iniciar el camino de la mejora continua.

Son universales, se pueden aplicar en todo tipo de empresas y organizaciones, tanto en talleres como en oficinas, incluso en aquellos que aparentemente se encuentran suficientemente ordenados y limpios. Siempre se pueden evitar ineficiencias, evitar desplazamientos y eliminar despilfarros de tiempo y espacio

Cuando en el entorno de trabajo no se aplican las 5S, resulta en un ambiente, desorganizado y sin limpieza, lo que provocará desánimo y desmotivación en los trabajadores y llevará a un descenso en la eficiencia.

Las 5S son el fundamento del modelo de productividad industrial creado en Japón; la implementación de esta estrategia es importante en varias áreas, por ejemplo:

- Reducción de desperdicios
- Mejorar condiciones de seguridad industrial
- Mayor calidad
- Reducción de accidentes de trabajo
- Reducción de fallas

1.6.1. Situar necesarios

Consiste en establecer la forma como deben ubicarse e identificarse los materiales, herramientas y refacciones de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos. Tener los materiales y todo lo necesario para realizar el trabajo en un lugar fácilmente accesible evita pérdidas de tiempo y energía.

Para llevar a cabo esta acción se deben definir reglas de ordenamiento, en las que organizar racionalmente sea una prioridad; entre esas están las siguientes:

- La colocación de los objetos debe ser obvia.

- Los objetos pesados deben estar sobre un soporte para que sean fáciles de recoger.
- Clasificar los objetos por orden de utilización y respecto a esto colocarlos:
 - Se tiran los objetos que no se utilicen en un año.
 - Si se usa una vez al mes, se aparta.
 - Si se usa una vez por semana, se aparta no muy lejos.
 - Si se usa una vez por día, se deja en el puesto de trabajo.
 - Si se usa una vez por hora, se deja en el puesto de trabajo, al alcance de la mano.
 - Si se más de una vez por hora, se coloca directamente al lado del operario.

Los beneficios que trae consigo la correcta aplicación de *seiton* son:

- Reduce pérdidas de tiempo en búsqueda y transporte de objetos
- Mejora la estética del puesto de trabajo
- Facilita la localización de los objetos
- Ayuda a deshacerse de objetos inservibles

1.6.2. Suprimir suciedad

Ya que se ha aplicado *seiri* y *seiton*, es mucho más fácil aplicar *seiso*. Este principio consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que el puesto de trabajo se encuentre limpio.

Los beneficios de aplicar este principio son los siguientes:

- Mejora del aspecto del lugar de trabajo.
- Alargamiento de la vida útil de maquinaria y herramientas.
- Facilita la realización de productos de alta calidad.
- Reduce las probabilidades de los trabajadores de contraer enfermedades.
- Hace que el trabajo sea más confortable.

Los beneficios que trae consigo la correcta aplicación de *seiton* son:

- Reduce pérdidas de tiempo en búsqueda y transporte de objetos
- Mejora la estética del puesto de trabajo
- Facilita la localización de los objetos
- Ayuda a deshacerse de objetos inservibles

1.6.3. Señalar anomalías

Este principio consiste en distinguir una situación anormal de otra anormal, mediante la aplicación de normas sencillas y fáciles de entender para todos. Básicamente, este principio busca que se cumplan los tres anteriores, vigilando su aplicación y evitando que se deteriore su uso.

Los beneficios de la ejecución *seiketsu* son:

- Mejor desarrollo del trabajo
- Genera una cultura organizacional
- Desarrollo de un sistema de mejora continua
- Estandarizar los métodos operativos

1.6.4. Seguir mejorando

Este principio consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas y garantizar su cumplimiento. De todos los principios de 5S este es el que busca desarrollar un concepto más ambicioso en las personas, ya que busca fomentar la disciplina, los buenos modales, los valores y cambiar las viejas costumbres por unas más productivas. Todo lo anterior se traduce en tener un personal más proactivo y que tendrá la cultura organizacional de la mejora constante y buscará el permanente cumplimiento de la metodología 5S.

La implementación de *shitsuke* genera los siguientes beneficios a la organización:

- Incremento del valor del capital humano
- Fomenta el trabajo en equipo¹¹

¹¹ SACRISTAN REY, Francisco. *Las 5S: orden y limpieza en el puesto de trabajo*. p. 23.

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Análisis de la situación actual y matriz de análisis FODA

Para realizar cambios y mejoras, primero se debe conocer la situación actual en la que se encuentra la empresa, hace énfasis en instalaciones, maquinaria y equipo, procesos y evaluar los factores que causan desperdicios, ya que esto último es el aspecto principal que se desea mejorar.

2.1.1. Análisis FODA

Es una herramienta de análisis muy útil para determinar la situación actual en una empresa. El análisis FODA permite conformar un diagnóstico, permite de esta manera obtener información de gran utilidad que puede servir de base para la toma de decisiones acordes con los objetivos y políticas formuladas.

A continuación, se muestra un análisis FODA de Proseresa:

- Fortalezas
 - Es una empresa seria y con una estructura organizativa sólida.
 - Se cuenta con maquinaria y equipo altamente tecnificados para la realización de los procesos.
 - Personal altamente calificado.

- La empresa posee diversidad de productos y presentaciones fabricadas.
- La calidad es una prioridad en la fabricación de los productos.
- Amplia experiencia en la industria de alimentos.
- Capacidad de adaptación y evolución ante los cambios.
- Oportunidades
 - Posibilidad de ampliar sus mercados a nivel nacional
 - Posibilidad de ampliar sus mercados a nivel internacional
 - Capacidad de realizar inversiones
 - Creación de nuevos productos
 - Implementación de nuevos procesos
 - Adquirir tecnología
 - Documentación y estandarización de los procesos
- Debilidades
 - Alto costo por innovación
 - Carencia de un plan de crecimiento laboral
 - Desperdicios en el proceso productivo
 - Falta de orden y limpieza en los puestos de trabajo
 - Limitantes en cuanto a infraestructura
 - Incapacidad de realizar cambios estructurales

- Amenazas
 - Diversificación del mercado
 - Competencia nacional
 - Competencia internacional
 - Escases de materias primas de calidad
 - Demanda afectada por desconocimiento de la empresa

Tabla II. **Matriz de análisis FODA**

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Empresa seria y estructura organizativa sólida.	Posibilidad de ampliar sus mercados a nivel nacional.	Desperdicios en el proceso productivo.	Diversificación del mercado.
Maquinaria y equipo altamente tecnificados para la realización de procesos.	Creación de nuevos productos.	Falta de orden y limpieza en los puestos de trabajo.	Competencia nacional.
La empresa produce diversidad de productos y presentaciones.	Documentación y estandarización de procesos	Limitantes en cuanto a infraestructura.	Competencia internacional.
Amplia experiencia en la industria de alimentos.	Capacidad de realizar inversiones.	Carencia de un plan de crecimiento laboral.	Escasez de materias primas de calidad.

Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Identificación de áreas de mejora

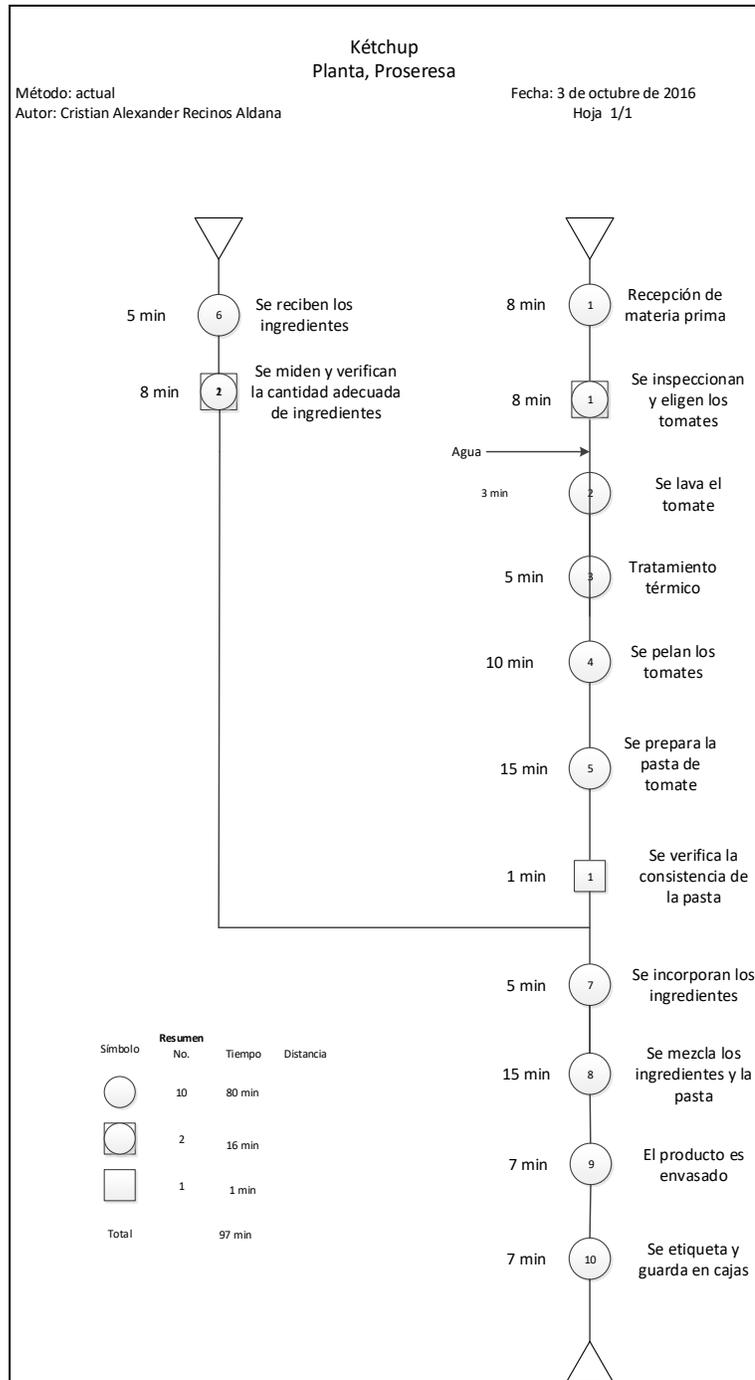
No se puede realizar mejoras aquello que se desconoce; por esta razón, se hace necesaria la utilización de ciertas herramientas que facilitarán la visualización del proceso productivo para llevar a cabo un análisis no a nivel macro sino de una forma más específica que ayudará a encontrar más áreas con oportunidad de mejora.

- Diagrama de operaciones de proceso

Un diagrama del proceso de la operación es una representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales; puede además comprender cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis, por ejemplo, el tiempo requerido, la situación de cada paso o si sirven los ciclos de fabricación.

Los objetivos del diagrama de las operaciones del proceso son dar una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso. Estudiar las fases del proceso en forma sistemática. Mejorar la disposición de los locales y el manejo de los materiales. Esto con el fin de disminuir las demoras, comparar dos métodos, estudiar las operaciones, para eliminar el tiempo improductivo. Finalmente, estudiar las operaciones y las inspecciones en relación unas con otras dentro de un mismo proceso.

Figura 8. Diagrama de operaciones de procesos



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

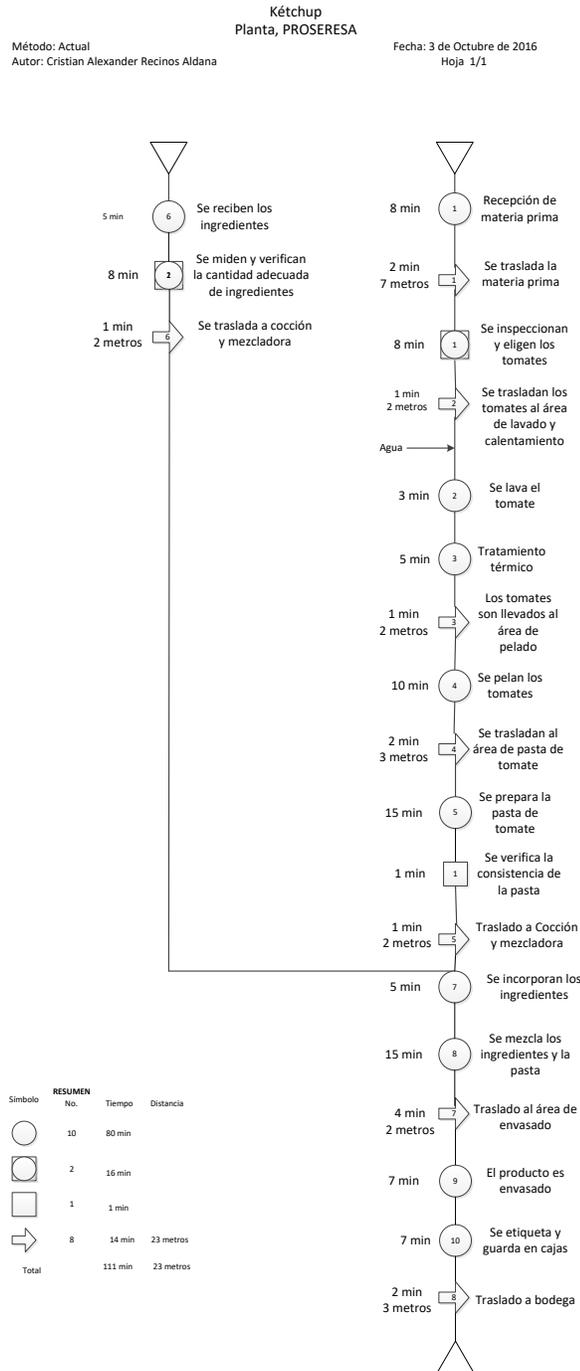
- Diagrama de flujo de operaciones

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de un proceso. Cada paso del proceso es representado por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa de proceso.

El diagrama de flujo ofrece una descripción visual de las actividades implicadas en un proceso, ya que muestran la relación secuencial entre ellas, facilita la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás. Es muy útil para conocer mejor el proceso e identificar las áreas críticas y de oportunidad.

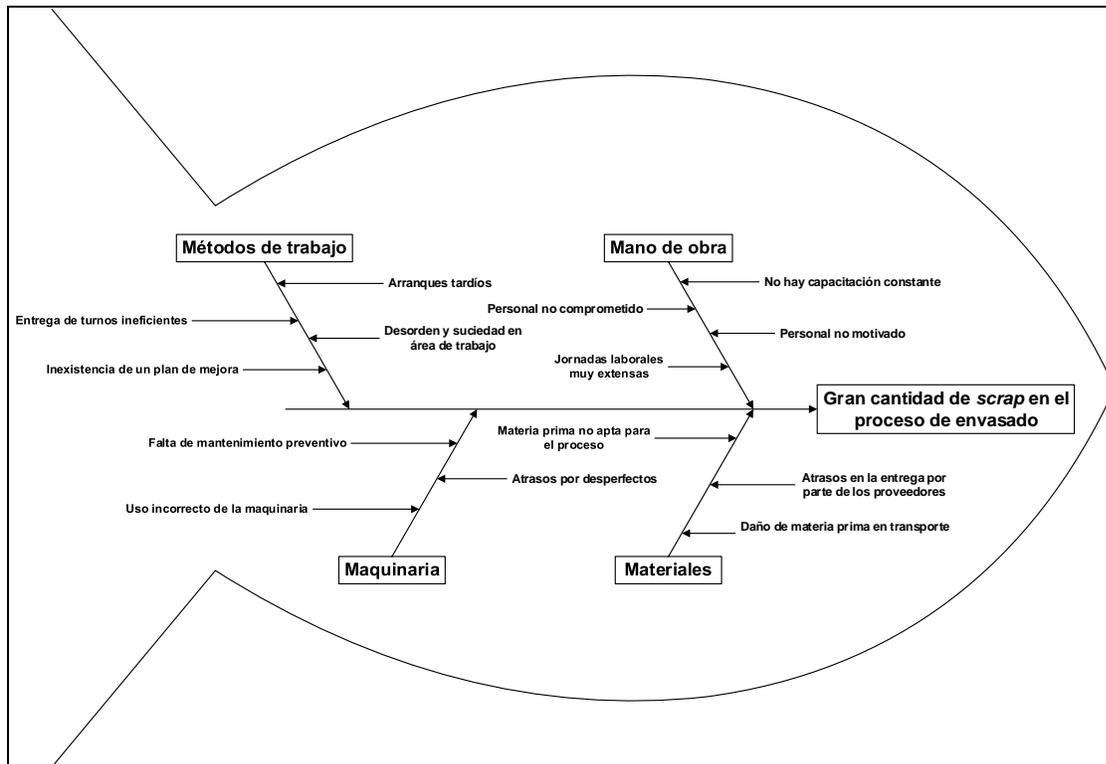
El diagrama de flujo del proceso es particularmente útil para registrar los costos ocultos no productivos, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales. Una vez que estos periodos no productivos se identifican, los analistas pueden tomar medidas para minimizarlos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

Figura 9. Diagrama de flujo de operaciones



Fuente: elaboración propia, empleando Visio.

Figura 10. Diagrama de causa – efecto



Fuente: elaboración propia.

Un diagrama de causa y efecto es la representación de varios elementos (causas) de un sistema que pueden contribuir a un problema (efecto). Es una herramienta efectiva para estudiar procesos y situaciones, y para desarrollar un plan de recolección de datos.

El diagrama de causa y efecto es utilizado para identificar las posibles causas de un problema específico. La naturaleza gráfica del diagrama permite que los grupos organicen grandes cantidades de información sobre el problema y determinar exactamente las posibles causas. Finalmente, aumenta la probabilidad de identificar las causas principales.

El desarrollo y uso de diagramas de causa y efecto son más efectivos después de que el proceso ha sido descrito y el problema esté bien definido. Para ese momento, los miembros del equipo tendrán una idea acertada de qué factores se deben incluir en el diagrama.

Tabla III. **Causas y efectos**

Métodos de trabajo	Maquinaria	Mano de obra	Materiales	Problema principal
Entrega de turno deficiente.	Falta de un plan de mantenimiento preventivo.	Falta de un plan de capacitación constante.	Materia prima no apta para el proceso.	Gran cantidad de desperdicio en el proceso de envasado
Desorden y suciedad en las áreas de trabajo.	Uso incorrecto de la maquinaria.	Personal no motivado.	Atraso en la entrega de materia prima por parte de los proveedores.	
No existe un plan de mejora continua.	Atrasos por desperfectos.	Jornadas laborales muy extensas.	Daño de materia prima en el transporte.	

Fuente: elaboración propia.

2.2. Instalaciones y medios operativos

Las decisiones que una empresa toma respecto a las instalaciones son decisiones de planeación, es decir, con horizonte a largo plazo, y en las que se tiene en consideración los objetivos a alcanzar; también, las inversiones que se pueden realizar.

Para conocer si las instalaciones y medios operativos que se tienen son los más adecuados o si se busca mejorar estos, se debe poseer importante información a considerar, por ejemplo:

- Mercado al que se pretende abastecer

- Tecnologías utilizadas en este tipo de industria
- Cantidad de demanda
- Proveedores de materia prima
- Canales de distribución
- Reglamentos y normativos
- Competencia

La metodología para el diseño o mejora de las instalaciones, es decir, un plan operativo depende los siguientes factores:

- Descripción técnica del producto: los procesos y todo el plan de producción depende del producto que se quiere fabricar. El primer paso es describir las características del producto, entre ellas se deben incluir:
 - Las funciones básicas para lo que está hecho
 - Características diferenciadas
 - Nivel de calidad
 - Entorno de fabricación
 - Características físicas
 - Materia prima y proveedores
- Diseño del proceso: conociendo perfectamente las características del producto final, se procede a diseñar el proceso productivo. En este debe definirse secuencialmente todas las operaciones necesarias para la fabricación del producto, considerando, los medios técnicos y tecnológicos que se usarán para ello. Esto proporcionará un costo de fabricación y también un posible tiempo para su obtención. En esta fase debe buscarse la manera de mejorar la productividad en el proceso, prestando atención a factores decisivos, como lo son:

- Simplificar
 - Especializar
 - Mecanizar
 - Sincronizar
-
- Tipo de proceso productivo: el proceso se inicia con una orden de fabricación interna, producto de un análisis de la demanda del mercado. No obstante, en ciertas ocasiones el proceso se inicia con una orden de compra que viene del cliente. La gestión de la producción en cualquiera de los dos sistemas, trata de maximizar la relación entre el tiempo de operación y el tiempo de proceso.

 - Tipo de tecnología: se refiere a la capacidad técnica y tecnológica con la que se cuenta en el proceso, así como si refiere a tecnología manual, semiautomática o automática, y del grado de intervención humana en el proceso.

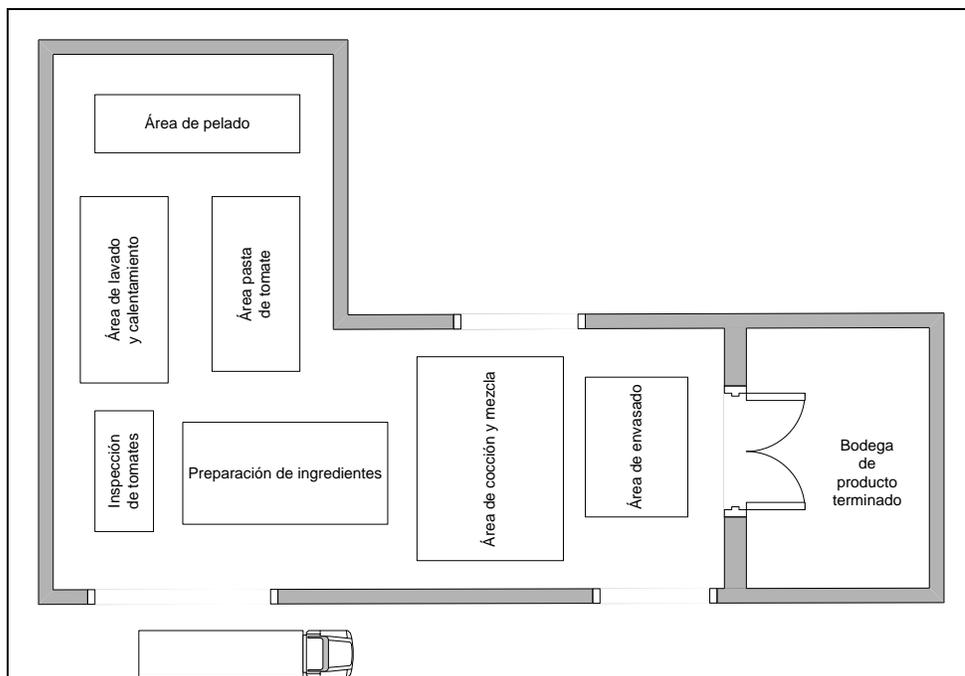
 - Capacidad productiva: para definir el tamaño de las instalaciones, se debe conocer que tanto se producirá.

 - Distribución en planta: una vez determinado el tipo de proceso productivo, la capacidad productiva, tecnología, etc. Hay que establecer la ubicación de las diferentes máquinas e instalaciones en la planta de producción. Lo que se busca con esto es reducir costos asociados a dicha distribución, reducción de tiempos en la producción (por concepto de transportes), generar un ambiente agradable, condiciones de seguridad, etc.

2.2.1. Distribución del área de trabajo

A continuación, se encuentra un croquis del área de trabajo en la que fabrica la salsa kétchup.

Figura 11. Área de trabajo



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.2.2. Tipo de proceso y línea de producción

Cada proceso de producción requiere de un plan productivo de acuerdo con el producto por elaborar, dichos procesos son clasificados de la siguiente manera:

- Procesos intermitentes
- Procesos continuos
- Procesos por proyecto

El proceso de elaboración de ketchup en Proseresa se trata de un proceso intermitente. La manufactura intermitente es la conversión con características de un volumen no muy elevado de productos, con equipo de uso manual, general y tecnificado, operaciones de mano de obra intensiva, flujo de productos estandarizados, cambios frecuentes en el programa, entre otros.

La producción en línea es una forma de distribución de las áreas de trabajo, en el que las operaciones están colocadas de forma consecutiva, el material se mueve continuamente a través de ellas a lo largo de una serie de operaciones, que van desde el ingreso de la materia prima hacia el fin de su elaboración¹².

2.2.3. Estaciones de trabajo

Con el conocimiento del proceso actual, y el desglose de cada una de las operaciones y actividades que lo componen, se puede definir la secuencia en la que intervienen hombres y máquinas para conocer el tiempo empleado por cada uno; y con base en este conocimiento es posible determinar la eficiencia de trabajo, tiempos productivos, tiempos de ocio, tiempos muertos etc.

El paso anterior es importante porque con ello se logra determinar exactamente la operación y el ciclo que conforma en conjunto operario y máquina o estación de trabajo; y si esta es parte del proceso que se realiza de forma automática, semiautomática o si es totalmente manual que requieren para su manejo un operario; al desarrollar adecuadamente las estaciones de trabajo, junto con el flujo del proceso requerido, la eficiencia de ambos se incrementa al máximo ya que se reducen los costos por tiempos de ocio y muertos.

2.2.4. Materia prima

La materia prima para la fabricación del ketchup es el tomate. No es fácil disponer de suministros regulares de materia prima a nivel industrial y en

¹² W. NIEBEL, Benjamín. *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. p. 145.

especial por la naturaleza de actividades de la empresa, en el cual, el tomate solo se acepta si está en su nivel de madurez óptimo.

Por otro parte, las crisis reales o falsas hacen que los precios se eleven, lo cual dificulta aún más encontrar proveedores (que normalmente son empresas dedicadas al cultivo) que cumplan con los requerimientos de la empresa.

El grado de madurez de los tomates, es el factor más importante en lo que se refiere a la materia prima, porque así se logra obtener un producto de calidad y elevar la eficiencia del proceso. Los atributos más importantes y que deben cumplirse en la materia prima son: color, forma y textura.

La falta de madurez resulta en una elevada proporción de sustancias desechadas, deterioro del producto y destrucción durante el almacenamiento o transporte. Por otro lado, la falta de madurez supone una menor calidad de producto final, que puede presentar un olor, sabor y textura inferiores a los requeridos y que no cumpla con las expectativas de los clientes tienen del producto.

2.3. Evaluación de factores que causan desperdicios y defectos

Desperdicio se refiere a cualquier elemento dentro del proceso productivo que genera un costo y no añade valor al producto final. El trabajo es una serie de procesos que van desde la recepción de materia prima, su conversión, hasta la finalización del producto. En cada proceso, los recursos, ya sean humanos o materiales, le agregan valor al producto o no lo hacen; esto último es lo que hay que evitar, pues genera esfuerzos que no se traducen en resultados favorables.

A continuación, se definen brevemente los siete tipos de desperdicios, así como también estos afectan actualmente la situación de la empresa.

2.3.1. Sobreproducción

Este tipo de desperdicio se refiere a producir más de lo necesario, más rápido de lo que se necesita o antes de necesitarlo. Se considera como el principal y la causa de la mayoría de los otros desperdicios.

Los efectos negativos de este desperdicio son los siguientes:

- Alto consumo de recursos: consumo de materias primas antes que se necesiten, consumo excesivo de mano de obra y de servicios públicos.
- Espacio: necesidad de espacio adicional para almacenar el exceso de inventario provocado por la sobreproducción.
- Costo: costos relacionados a almacenamiento y transporte.

El análisis de este desperdicio dentro de la empresa, arroja que se mantiene un estado continuo de almacén, esto es presentado a causa de cambio de órdenes de trabajos en momentos críticos del proceso y eso se debe al cambio de prioridades y a la falta de un orden y que la empresa no tenga un horario establecido para que los clientes hagan sus pedidos. Las posibles causas son:

- Deficiente sistema de pedidos
- Falta de comunicación
- Tiempos bajos de operación

- Mala planeación

2.3.2. Transporte

Se refiere a cualquier movimiento de material que no apoye directamente la producción inmediata. El transporte es parte esencial e inherente a las operaciones y procesos, pero los movimientos de materiales o productos no agrega valor al producto y si genera pérdidas de tiempo que se traducen en costos, fatiga a los trabajadores, altos índices de daño de material.

El análisis de este desperdicio en la empresa indica que en todos los procesos que se realizan para la fabricación del producto se realizan demasiados cruces y movimientos; se obtiene, como consecuencia, largas distancias de recorrido y esto hace que se aumente la duración del todo el proceso productivo.

Las posibles causas son:

- Distribución incorrecta de las áreas de trabajo
- Mala planeación de producción
- Desorganización el área de trabajo

2.3.3. Tiempo de espera

Se refiere al tiempo ocioso que se presenta cuando no hay sintonía con las actividades previas y el trabajador se queda inactivo. También, se genera tiempo de espera por desbalances en la línea de producción; o cuando el trabajador espera y supervisa mientras una máquina realiza su trabajo; o simplemente el operador se distrae un momento y se genera un tiempo ocioso.

Este desperdicio afecta a la empresa y la planta se ve involucrada en este principalmente en la demora que se tiene como limitante en las áreas de surtimiento de materiales, entregas de producción continuas entre turnos, preparación de jornadas de trabajo, falta de preocupación por parte de los trabajadores; todos esos factores crean tiempo perdido y extensión de las operaciones.

Las posibles causas son:

- Falta de equipo y materiales
- Métodos de trabajo inconsistentes
- Impuntualidad
- Falta de tareas secundarias
- Falta de preocupación por parte de los trabajadores

2.3.4. Procesos innecesarios

Realizar procedimientos innecesarios o utilizar herramientas y equipos inapropiados para procesar artículos, es decir, realizar esfuerzos redundantes que no agregan valor al producto.

Este desperdicio afecta a la empresa en el área de empaque ya que existen procesos innecesarios y, por lo tanto, un número mayor de personal para realizar dichas actividades, lo cual eleva los costos de producción y, por lo tanto, reduce nuestra competitividad. Las posibles causas son:

- Procedimientos ineficaces.
- Falta de capacitación.
- Estándares de calidad mal utilizados.

- Carencia de conocimiento exacto acerca de las expectativas de los clientes.

2.3.5. Inventarios

Este desperdicio se refiere al excesivo almacenamiento de materia prima, producto en proceso, producto terminado o cualquier material en exceso respecto a lo que requiere el proceso. Los niveles altos de inventarios no agregan ningún valor al producto final; por el contrario, aumentan los costos porque ocupan espacios y requieren equipo e instalaciones; además, recurso humano adicional para operar y administrar. Lo que se logra cuando los productos se encuentran almacenados en inventarios por tanto tiempo es que su calidad se deteriore.

- Incerteza en los pronósticos
- Inconsistencia de los proveedores
- Mala planificación de inventarios

2.3.6. Defectos

Este desperdicio se refiere a la repetición de un proceso o la reparación de un producto para satisfacer los requisitos del cliente así como desecho de material que se determina que no se puede reparar o trabajar nuevamente. El rechazo de los productos defectuosos requiere costos por repetición del trabajo. Los productos defectuosos deben descartarse, lo cual significa dinero tirado a la basura.

Las causas pueden ser:

- Herramienta inadecuada
- Negligencia de los trabajadores
- Falta de capacitación

2.3.7. Movimientos innecesarios

Este desperdicio se refiere a cualquier movimiento que no agregue valor al producto, es decir, cualquier movimiento del cuerpo de una persona, que no se relacione directamente con la adición del valor, es improductivo. Incluso caminar innecesariamente es un desperdicio. Deben evitarse todos esos movimientos improductivos, en especial, aquellos que generan un gran desgaste físico por parte del operador, no solo porque es difícil sino también que no traen consigo un beneficio. Las causas deben ser:

- Desorganización del lugar de trabajo
- Falta de controles visuales
- Planeación ineficiente

2.3.8. Falta de capacitación

Este factor que causa desperdicio comprende desde la falla en la selección del personal, así como las fallas en las políticas de su manejo.

No elegir al personal apropiado para desarrollar las diversas actividades ejecutadas en la empresa y/o no contar con una adecuada y constante política de capacitaciones, puede causar desperdicios por negligencias o errores en los procesos, incremento en los costos por reprocesos (dado que los trabajadores no sabrán la manera correcta y más eficiente de realizar sus labores),

improductividades, pérdidas de clientes por un producto que no cumpla con sus expectativas, etc.

Los errores en materia de selección, capacitación y todo lo relacionado a las políticas de manejo de personal, conlleva a disminuir la productividad, alta rotación de personal, que genera pérdidas y como resultado impacta directamente en la rentabilidad de la organización. En la tabla II se presenta el resumen de los desperdicios.

Tabla IV. **Resumen de los desperdicios**

Número	Desperdicio	Descripción
1	Transporte	No existe almacenaje temporal.
		No hay suficientes medios de transporte.
2	Inventario	Falta de confianza sobre las fechas de recepción de materiales que obliga a anticipar los pedidos a proveedores
		Mala planificación y problemas de comunicación.
3	Movimiento	Puestos de trabajo no ergonómicos.
		Falta de estandarización de los puestos de trabajo.
4	Esperas	Falta u olvido para producir.
		Paradas de equipos ineficientes.
5	Sobreproceso	Falta de sincronización en actividades.
		Actividades duplicadas.
6	Sobreproducción	Producir tanto como se pueda en el proceso, sin tener en cuenta la velocidad a la cual puede operar el siguiente proceso.
		Exceso de capacidad que provoca más fabricación de la necesaria, sin tener en cuenta la demanda real del cliente.
7	Defectos	Producto terminado con problemas de sellado.
		Materia prima defectuosa.
8	Mal uso de competencias	Falta de capacitación o capacitación inadecuada.

Fuente: elaboración propia.

2.3.8.1. Importancia de la calidad

En términos comerciales, el concepto de calidad en su aceptación más amplia, incluyendo todos los atributos que hacen que un consumidor prefiera un bien alimenticio y no otro, considera no solamente la inocuidad de los alimentos, también posean características como sabor, integridad y apariencia. Partiendo de esta premisa, la calidad de los productos que fabrican las empresas es indudablemente un factor que forma parte del desarrollo y las estrategias de una organización. Es posible, entonces, determinar que la calidad es un concepto complejo formado de varios componentes y cuyo análisis se da en 3 factores: calidad de un producto, calidad de la empresa y el componente económico. Cada uno es inversamente proporcional al otro, es decir, si la calidad del producto baja, la calidad de la empresa también lo hace y, por lo tanto, el aspecto económico se verá perjudicado.

La presencia constante en los mercados de productos de mala calidad o que no cumplen con las especificaciones debidas, se traduce en daños para el desarrollo económico de la empresa. Los rechazos no afectan únicamente a un producto sino a un catálogo de productos que el cliente juzga por asociación.

El reto para Proseresa es identificar el conjunto de condiciones empresariales y de ambiente para los negocios que permitan obtener la máxima calidad de los productos, la máxima calidad de la propia empresa y el mínimo costo, o dicho de otra manera, los niveles de calidad y los costos que aseguren el aumento y sostenimiento de su competitividad.

2.3.8.2. Reutilización de los insumos

Un insumo es cualquier elemento o material empleado que represente una fracción en la elaboración de un producto, entendiéndose como producto, todo aquello que se produce para un determinado fin. El reciclaje o reutilización consiste en someter de nuevo una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto, útil a la comunidad.

También, se podría definir como la obtención de materias primas a partir de desechos, introduciéndolos de nuevo en el ciclo de reutilización y se produce ante la perspectiva del agotamiento de recursos naturales y para eliminar de forma eficaz los desechos.

En la disminución de desperdicios, la reutilización juega un papel muy importante ya que es una medida que permite aprovechar al máximo todos los recursos que se poseen.

2.3.8.3. Importancia de la cadena de insumos

La cadena de suministro es un subsistema dentro del sistema organizacional que abarca la planificación de las actividades involucradas en la búsqueda, obtención y transformación de los productos. Incluye la coordinación, flujo de transmisión de los insumos o productos, sean estos proveedores, intermediarios, funcionarios o clientes. En cada etapa interesa la medición correcta del flujo para evitar mermas y desperdicios. El manejo de los materiales de la cadena de suministro tiene un involucramiento directo con la gestión de la calidad en sus productos y procesos.

El manejo adecuado de los materiales en la cadena de suministro durante el proceso logístico (compras, ventas, distribución, almacenamiento y recibo de materiales) requiere realizarse, para mantenerse competitivo, bajo los más estrictos procedimientos de la administración de manejo de materiales, que se inicia con el proceso de compras, en la etapa de establecimiento de requisitos para la entrega de insumos. Garantizar la calidad de la cadena de suministro es vital para las empresas en el marco económico actual, donde se enfrentan a nuevos retos como la globalización o la escasez de suministros.

3. PROPUESTA DE MEJORA

3.1. Plan de despliegue de la metodología seis sigma

Seis sigma es una herramienta utilizada en las organizaciones para potenciar sus fortalezas mediante la mejora continua de los procesos ineficientes y con oportunidad de desarrollo; busca con esto, hacer a la empresa realmente competitiva.

Como punto de partida para el plan de despliegue de la metodología seis sigma, los altos directivos de la empresa deben definir todo lo relacionado a la implementación de este sistema: Que se necesita, tiempo, costos, beneficios esperados, recurso humano, infraestructura, proyecciones, alcances, etc. En fin, se deben contemplar todos los aspectos relacionados directa e indirectamente a la implementación de seis sigma.

Para que la herramienta seis sigma funcione y se obtengan los resultados esperados debe contar con 4 aspectos fundamentales y sobre los cuales se sustenta:

- Identificación de proyectos: la correcta capacidad de identificar buenas oportunidades, completamente alineadas con los intereses de la empresa y que estén adaptadas a su realidad y que sean alcanzables.
- Compromiso de la gerencia: se refiere a la participación activa y directa de los directivos en el desarrollo del sistema, mediante una inducción a la

metodología, realización del despliegue, etc., y no únicamente, brindar una charla o conferencia introductoria.

- Formación de recursos: la capacitación es vital para que se comprenda todo lo referente a este sistema. Brinda a los mandos altos la capacidad de supervisión, dirección y control y a los mandos medios y bajos, la capacidad correcta de ejecución y seguimiento a los procedimientos establecidos.
- Sostenimiento de los resultados: sostener las mejoras alcanzadas es vital para fortalecer el convencimiento dentro de la organización del sistema Seis Sigma. Esto se logra mediante revisiones periódicas, análisis de beneficios, comunicación y reconocimientos.

Proseresa, es una empresa con bases sólidas, cuenta con mucho prestigio y oportunidades de desarrollo. Es por eso que ha decidido implementar seis sigma en el proceso de envasado para la reducción de desperdicios y así aumentar su eficiencia y lograr un incremento de productividad, lo que a la larga se traduce en rentabilidad.

Proseresa, es una organización comprometida con la calidad y, siendo productora y comercializadora de productos alimenticios, se vuelve particularmente importante para asegurar la inocuidad de los alimentos.

Para tener liderazgo en calidad a través de la mejora continua en los procesos debe implementarse seis sigma; los pasos que deben adoptarse para ello son los siguientes:

- Seleccionar a los altos directivos o gerentes que habrían de convertirse en campeones y capacitarlos para ello.
- Seleccionar a dos personas que cumplan con los requisitos a cinturón negro, capacitarlas y unir las al equipo seis sigma.
- Seleccionar y capacitar a personas para unirse al equipo seis sigma como cinturón verde y capacitarlas.
- Seleccionar y capacitar a personas para unirse al equipo Seis Sigma como cinturón amarillo y capacitarlas.

Una vez establecidas las bases para seis sigma, es decir, elegir al equipo y quién desempeñará cada rol, el siguiente paso es trabajar con la herramienta DMAIC (descrita en el primer capítulo) para mejorar el proceso de envasado, mediante la reducción de desperdicios. Proseresa, está incursionando en el programa de mejora continua seis sigma en esta área porque es una oportunidad de mejora; además que, si los resultados son los esperados y es factible, piensa implementarse en el resto de áreas de la organización

3.1.1. Condiciones necesarias

Existen diversos factores que son necesarios para implementar seis sigma o su metodología más importante (DMAIC) en una organización. A continuación, se describen los principales:

3.1.1.1. Recursos humanos

El despliegue de seis sigma en una organización involucra a todo el personal y en esto puede radicar tanto el éxito o fracaso del sistema. Se debe buscar establecer una cultura de calidad en todos los niveles y en cada área de la empresa; por lo tanto, seis sigma debe compartirse y enseñarse a todo el recurso humano; como anteriormente se menciona, el éxito o fracaso de la implementación del sistema está en función de cuanto sea comprendido y aplicado correctamente en la organización.

Todo inicia con los líderes de la organización quienes deben estar verdaderamente comprometidos con el cambio. Ellos principalmente deben recibir un entrenamiento adecuado con una duración aproximada de 5 días para convertirse en mentores y transmitir este conocimiento a los mandos inferiores, a estos, en el ámbito seis sigma se les llama 'campeón' y debe haber uno por cada área importante dentro de la empresa. Son de vital importancia para conseguir un buen desempeño dado que serán el ejemplo para los trabajadores a su cargo.

El equipo que encargará de llevar a cabo seis sigma no debe ser externo y contratado para esto; debe estar conformado por personal dentro de la organización que cumpla con los requisitos de un equipo seis sigma: está conformado por cinturón negro los cuales representan el 2 % de toda la organización, banda verde, estos serán como mínimo 5 por cada banda negra y maestro cinturón negra que son aproximadamente el 10 % de los cinturones negros. Los únicos que deben cambiarse con el tiempo son los cinturones negros, debido a que con el paso del tiempo se dificulta encontrar nuevas áreas de oportunidad o mejora. La conformación correcta de este equipo es muy

importante, pues si no se hace de la manera correcta, no se alcanzarán los resultados esperados.

El modelo para seleccionar al personal necesario en la infraestructura seis sigma es el mismo para seleccionar cualquier cinturón. Abarca dos fases: la primera fase es elegir a los cinturones verdes, de un grupo de candidatos mediante ciertos y específicos criterios; y la segunda fase es introducir a los nuevos cinturones verdes desde el momento en que han sido elegidos.

3.1.1.2. Selección

Para seleccionar adecuadamente un cinturón verde, deben tenerse en cuenta ciertas características y perfiles en los candidatos, ponderar las partes positivas y negativas y así tomar una decisión acertada.

El conjunto de aspectos que en general se esperan de un cinturón verde, son los siguientes:

- Automotivación
- Trabajo en equipo
- Facilidad de comunicación

Para obtener las anteriores características, el candidato a cinturón verde debe tener las siguientes cualidades mínimas:

- Dominar el idioma inglés: esto debido a que la mayoría de bibliografía e información acerca de seis sigma se encuentra en este idioma.
- Actitud positiva.
- Conocimientos básicos de estadística.

- Nivel académico intermedio como mínimo.
- Disponibilidad de tiempo.
- Persona organizada.
- Compromiso.
- Respeto y seriedad.

3.1.1.3. Capacitación

Partiendo del análisis de los perfiles de puestos de una organización se diseñan programas de capacitación y desarrollo de personal. Un análisis como este muestra el tipo de habilidades que se necesitan para el puesto y, por lo tanto, la capacitación que requieren para conseguirlas. El análisis de puestos también es útil para asegurar que todas las actividades que se tienen que realizar; están asignadas a las personas con las habilidades, conocimientos, aptitudes y actitudes adecuadas para realizarlas.

En el sistema seis sigma la estructura y los puestos están estandarizados y los roles dentro de los equipos claramente definidos. Su analogía con el karate fue introducida por UNISYS en 1987.

3.1.1.3.1. Estructura organizativa seis sigma

A continuación, se describen y detallan cada uno de los miembros de un equipo seis sigma y su respectiva función:

- Campeón: es un miembro del alto mando directivo. Su misión consiste en impulsar el programa seis sigma dentro de la organización apoyando el desarrollo de los proyectos y siendo el responsable de su ejecución.

También, contribuye al trabajo del maestro cinturón negro para identificar potenciales oportunidades de mejora.

- Maestro cinturón negro: su función es la de director de los programas de mejora. Son los encargados de formar y evaluar proyectos seis sigma, apoyados siempre por los champion. También, es el encargado de orientar y dar entrenamiento a los *black belt*, así como conducirlos de buena manera forma para facilitar su trabajo y el de los *green belt*.
- Cinturón negro: es el encargado de identificar y materializar oportunidades de mejoras que se hayan detectado, liderar proyectos y equipos. Son el recurso de tiempo completo en la consecución de los proyectos. Deben ayudar a la reducción de defectos que se hayan detectado mediante los programas seis sigma.
- Cinturón verde: son los encargados de dar soporte a los *black belt*, proporcionan trabajo de campo y, por lo tanto, una visión muy clara del proceso. Además, deben realizar actividades claves en las fases preliminares del proyecto para la exploración y tratamiento inicial de datos, participando activamente en las actividades de fase de control.
- Cinturón amarillo: aportan al equipo seis sigma su conocimiento de la organización y de los procesos a nivel multidisciplinario. Son el apoyo de los *black belt* y los ayudan a completar los proyectos y a realizar actividades claves en las fases preliminares del proyecto; participan de forma activa en las actividades de control y con el desarrollo de métodos.

3.1.1.4. Inducción

Después de los candidatos a cada cinturón dentro de la organización, es necesario realizar lo siguiente para una correcta inducción a seis sigma.

3.1.1.5. Informar

Cuando se han elegido a los candidatos, es necesario introducirlos a seis sigma de una manera que sepan y entiendan como una oportunidad de crecimiento dentro de la empresa, felicitarlos porque han sido seleccionados para llevar a cabo una importante labor y darles información general del curso de capacitación (el cuál varía en tema y duración dependiendo de cada banda), etc.

3.1.1.6. Nivelar

No todos los candidatos poseen el mismo nivel de conocimientos en áreas importantes como estadística, y el paso siguiente a ser elegidos es capacitarlos para que puedan desarrollar proyectos seis sigma. La metodología requiere de herramientas estadísticas, las cuales son enseñadas en el curso de capacitación; sin embargo, además de capacitar es necesario nivelar a todos los candidatos, es decir, establecerlos en un nivel similar de conocimientos. Toda la organización (sin importar si no son parte directa del equipo) debe saber y conocer acerca de seis sigma y porque ha decidido implementarse. Adicionalmente a esto, es importante que cada persona conozca y valore su papel en esta nueva cultura y que, conozca a quienes conformarán los cinturones verdes, cinturón negro, cinturón amarillo.

3.1.2. Recursos económicos

Las organizaciones están invirtiendo en la implementación de Seis Sigma en todos sus procesos; esto se debe a que los resultados son reales, impactan directamente en la eficiencia de las empresas y, por lo tanto, el retorno se obtiene rápidamente.

Los costos en que se incurre para implementar seis sigma suelen variar dependiendo de la organización pero generalmente suelen ser uno de los siguientes:

- Contratar a un consultor externo: alguien ajeno a la organización, que cuente con experiencia en formar equipos seis sigma, y que sea el encargado de seleccionar el número de trabajadores que deberán integrarse a seis sigma. Además, podrá ayudar a seleccionar y definir los primeros proyectos que se llevarán a cabo. Es importante que este consultor se relacione directamente con los altos directivos de la empresa.
- Capacitación por parte de una empresa: en Guatemala no existen empresas de este tipo, así que los costos en esto podrían ser elevados dado que se debería contratar una empresa extranjera.

Para evaluar cual opción es más viable, debe realizarse un estudio costo/beneficio y analizar si es más conveniente mandar a traer al instructor al país o bien, mandar a los participantes de seis sigma al extranjero a recibir el curso de capacitación.

3.1.3. Errores frecuentes

En la metodología seis sigma, como cualquier otra herramienta de mejora, se tiende a cometer errores o equivocaciones ya sea en su planeación, ejecución, dirección, etc. Con base en la experiencia adquirida, se ha determinado cuales son los factores que comúnmente tienden a ocurrir y a provocar errores en la implementación seis sigma en una empresa; a continuación, se describen alguno:

- Que los altos directivos de las empresas no estén comprometidos en la implementación de seis sigma y deleguen su trabajo a alguien más y que sea ajeno a la organización. De igual manera, aplica también para los mandos medios y demás trabajadores. En general todo aquel que vaya a conformar el equipo seis sigma.
- Cuando no se cuenta con base o fundamentos de calidad dentro de la empresa; es decir, no hay conceptos previos o ya establecidos y con seis sigma se pretende instalarlos o adquirirlos. Este probablemente sea el error más común, y lleva a que la metodología no funcione como debería, porque seis sigma es para mejorar los procesos actuales; es decir, cuando ya se tiene instalada la calidad dentro de la organización y se busca la mejora continua.
- Subestimar la importancia de inversión en una empresa consultora. Este error se presenta cuando no se considera importante o absolutamente necesario la asesoría de una empresa con experiencia en la implementación de la metodología, para capacitar y orientar al desarrollo de seis sigma en la organización.

- Inadecuada selección de consultores y empresas proveedoras. Tanto prescindir de consultores y empresas proveedoras como elegirlos erróneamente es un error común y conlleva a una de las equivocaciones más comunes.

3.2. Enfoque de 5S en el proceso de envasado

5S es una técnica que se aplica en todo el mundo con excelentes resultados por su sencillez, facilidad y eficiencia.

Ha sido elegida como una manera de mejorar el proceso de envasado puesto que su aplicación optimiza factores como:

- Reducción de costos
- Eliminación de tiempos muertos
- Limpieza
- Calidad

Para aplicar una técnica como esta, se requiere de un compromiso de todo el personal (tanto el involucrado directamente como el indirectamente) para crear una cultura organizacional y lograr de este modo, que el área de envasado sea un modelo a seguir dentro de la empresa en lo referente a limpieza, seguridad e higiene industrial. Como en la metodología seis sigma, los primeros en asumir el compromiso del cambio deben ser los gerentes, altos mandos, y así sucesivamente hasta llegar a los operarios, que al final de cuentas serán los encargados de la ejecución.

- Primero S: *seiri*

Significa separar las cosas necesarias de las que no lo son y mantenerlas en un lugar adecuado.

Para poner en práctica *seiri* se deben realizar los siguientes cuestionamientos:

- ¿Qué se debe tirar?
- ¿Están colocadas todas las cosas donde deberían?
- ¿Qué es de utilidad en esa área o para otra persona u departamento?
- ¿Qué se debe guardar?
- Segunda S: *seiton*

La organización está directamente relacionada con la eficiencia. Una buena organización disminuye el tiempo en el que uno puede conseguir lo que necesita y que tan rápido puede devolverlo a su sitio original.

Cada objeto, debe tener un único y exclusivo lugar donde debe encontrarse antes de utilizarse. Este lugar debe estar pensado para facilitar el tiempo de alcance, es decir, debe estar próximo a donde se utilizará.

Tener lo que es necesario, que esté próximo al lugar de uso, en su cantidad justa, con la calidad requerida y en el momento que se utiliza; llevará a tener estas ventajas:

- Facilita el transporte interno
- Reducción de tiempos de búsqueda

- Disminuye tiempos improductivos
- Facilita el control de la producción y la ejecución del trabajo
- Evita la compra de materiales innecesarios
- Aumenta la productividad
- Reduce la fatiga de los trabajadores
- Mejora el ambiente de trabajo

Los criterios de colocación para cada cosa en su lugar adecuado, se establecerán al responder los siguientes cuestionamientos:

- ¿Es necesario que esto esté próximo al lugar de trabajo?
- ¿Todos llamarán a esto con el mismo nombre?
- ¿Es posible reducir el *stock* de esta cosa?
- ¿Cuál es el mejor lugar para cada cosa?

Algo muy importante y que hay que tener en cuenta es que todas las cosas han de tener un nombre, un espacio definido para su almacenamiento; lo anterior debe estar indicado con exactitud, para que así todos puedan conocerlo.

En el área de envasado de ketchup, *seiri* y *seiton* se aplican, pero existe oportunidad de mejora en ambos principios 5S. Separar innecesarios y situar necesarios o la organización de materiales está directamente relacionado; y de la ejecución correcta de uno, facilita el cumplimiento del otro.

El proceso de envasado es básicamente automatizado pero por la naturaleza de actividades que allí se realizan, siempre se encuentra mucho material de empaque, cajas de almacenamiento, utensilios de limpieza, etc. Por lo que es necesario el cumplimiento de manera eficiente de estos principios 5S,

ya que, si se descuidan, es un área propensa al desorden, dada la cantidad de materiales que allí se encuentran.

En las visitas que se realizaron se observa aspectos que podrían mejorarse; se describen a continuación:

A esta área se deben transportarse los envases *doy pack* en los que será envasado el ketchup, son llevados en cajas desde la bodega. Normalmente, se llevan desde un principio todas las cajas con envases para la producción diaria. En nuestra opinión esto es algo correcto y funcional puesto que así se reduce el tiempo que supondría hacer varios transportes desde la bodega al área de envasado.

Sin embargo, la oportunidad de mejora que se detectó fue que, a pesar de que está establecido un punto donde deben dejar las cajas con los envases *doy pack*; los operarios trasladan varias hacia enfrente de la máquina envasadora, lo que ocasiona que las cajas se encuentren dispersas por el área. Lo anterior genera un desorden, dificulta el paso, aumenta tiempos de transporte, empeora el ambiente de trabajo; además, es un factor de riesgo y va en contra de la seguridad industrial porque puede ocasionar accidentes. La solución propuesta para esto es bastante sencilla pero muy funcional y de mucha utilidad; y además, apegándose al segundo principio 5S, *seiton*; establecer como procedimiento y que su realización sea de carácter obligatorio, que únicamente se traslade una caja con envases a la vez a la máquina envasadora, para que no exista acumulación de cajas que genere desorden y las distintas complicaciones que ya se mencionaron.

- De forma similar ocurre con las etiquetas que lleva cada envase *doy pack*, estos vienen en una presentación de rollos de 500

unidades. El etiquetado de los envases se realiza en una mesa contigua a la máquina envasadora y lo realiza un operario distinto al que opera la máquina envasadora. En dado caso la demanda es alta, se asigna otro operario para apoyar esta labor. La oportunidad de mejora detectada en esta parte del proceso se da en la mesa en donde se realiza el etiquetado, ya que en esta se da una acumulación de diversas cosas que no deberían estar allí y que entorpecen la elaboración normal del trabajo. Colocan sobre la mesa, cajas llenas de envases y vacías también, utensilios de limpieza que olvidan colocar en el lugar destinado para ello, y esto genera un desorden, empeora el ambiente de trabajo, etc. En esta estación de trabajo solo debería haber los rollos de etiquetas y cajas con los envases *doypack* ya etiquetados. Para mejorar en este aspecto sería conveniente aplicar el primer y segundo principio de las 5S, es decir, separar innecesarios y situar necesarios; dado que el principal problema es que colocan en la mesa cosas que no van allí y esto genera un desorden. La solución es establecer un procedimiento formal en el cual quede establecido que debe respetarse el lugar asignado para cada cosa; también, la capacitación de los trabajadores en materia de 5S ayudará a crear una consciencia y cultura de orden.

- Tercera S: *seiso*

La tercera S es limpieza. La limpieza es una labor de todos: Es importante que los operarios tengan una pequeña zona asignada dentro del área de envasado que estará bajo su responsabilidad y debe mantenerla limpia. No debe haber ninguna parte de esta área que no tenga asignado a un operario responsable de ella. Esto como los anteriores principios 5S deben ser tomados

con seriedad y compromiso de parte de todo el personal, y debe convertirse en una cultura organizacional y no solamente algo pasajero. En esta área, el procedimiento de limpieza debe realizarse periódicamente y antes y después de cada trabajo realizado; además de una limpieza más profunda al finalizar el turno. Se debe retirar cualquier tipo de suciedad generada, tanto en el suelo, paredes, techos, mesas de trabajo, máquina, herramientas, utensilios.

Los beneficios que pueden obtenerse gracias a la limpieza en el área de envasado son:

- Un ambiente limpio
- Aseguramiento de la calidad e inocuidad
- Se reducen las pérdidas por defectos en los productos
- Mejora la imagen interna y externa de la empresa

Como se mencionó anteriormente, es importante que la limpieza sea parte de una cultura organizacional y para esto, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Todos deben limpiar utensilios y herramientas al terminar de usarlas y antes de guardarlas.
- No debe tirarse nada al suelo.
- La limpieza debe hacerse para obtener un ambiente ideal para trabajar y no para impresionar visitas o solo en ocasiones especiales.

Para hacer un análisis de que tan bien se está llevando a cabo la limpieza, se deben plantear y dar respuestas a los siguientes cuestionamientos:

- ¿Qué puede considerarse realmente como limpio?
- ¿Cómo podría mantenerse siempre limpio?
- ¿Para realizar lo anterior, que utensilios, recursos y tiempo se necesitaría para ello?
- ¿En que se cree que mejoraría el grado de limpieza?

En el área de envasado se realizaron estas preguntas y los resultados de cómo se encuentra el proceso de limpieza, es el siguiente:

En el área de envasado puede considerarse realmente limpio, cuando no existe ningún tipo de contaminante físico, químico o biológico; es decir, no se puede decir que algo esté limpio únicamente porque así lo parezca a simple vista, sino que la limpieza es más profunda.

La limpieza puede mantenerse si se cumplen los procedimientos establecidos y para ello se requiere únicamente del personal del área de envasado, que como se mencionó anteriormente cada quien tendrá una pequeña zona bajo su responsabilidad para tenerla limpia. Y los utensilios y lo que se necesita para realizar la de limpieza es lo siguiente: agua, desinfectante (debe ser uno especial para uso en plantas procesadoras de alimentos), cepillos, manguera, cloro, etc.

- Cuarta S: *seiketsu*

El cuarto principio de las 5S se refiere a dos términos: higiene y señalización. Esta S envuelve ambos significados. La higiene se refiere como a la comunión y realización correcta de la limpieza y el orden. Para el cumplimiento de la calidad, se deben cuidar aspectos como la estética y seguridad. En un ambiente limpio siempre habrá estética y seguridad.

Esta técnica es muy útil en el proceso de mejora continua. Se usa en la producción, calidad, seguridad y en el servicio al cliente. Básicamente, se trata de una búsqueda constante en que se cumplan las 3S anteriores. Para ello se debe crear un grupo responsable que realice periódicamente visitas a todas las áreas de las empresas y detecta aquellos puntos que no están cumpliendo con lo establecido o que pueden mejorar.

Una forma muy recurrente de realizar las inspecciones de *seiketsu* (y es la propuesta que se hace en el área de envasado) es la de gestión por colores. Consiste en que el grupo encargado de las inspecciones en vez de hacer anotaciones, colocan una serie de tarjetas; rojas, que se colocarán en aquellas zonas que necesitan mejorar; verdes, que se colocarán en las zonas que cumplen con las especificaciones y que están especialmente cuidadas. La mecánica de esta gestión consiste en que el responsable de cada área, solucionará los problemas rápidamente por los que les fue colocado las tarjetas rojas y así poder quitarla.

Las ventajas del uso de la cuarta S en el área de envasado, son las siguientes:

- Es un paso más para lograr el aseguramiento de la calidad.
- Facilita la higiene y seguridad en el trabajo.
- Mejora la imagen externa e interna de la empresa.
- Mantiene un nivel de satisfacción y motivación del personal hacia el trabajo.
- Existen avisos de peligros, advertencias, limitaciones, etc.
- Información e instrucciones de procedimientos de trabajo.
- Avisos y notificaciones de mantenimiento.
- Recordatorios sobre requisitos de limpieza.

En materia de las señalizaciones, es decir, los avisos y recordatorios, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Deben colocarse en sitios adecuados para que no entorpezcan los procesos y que sean fácilmente observables.
- Deben ser visibles a una distancia considerable.
- Deben ser claros, concisos y de fácil entendimiento para cualquier persona.
- Que contribuyan a la creación de un ambiente de trabajo y que sea motivador para los trabajadores.

Se recomienda que en el área de envasado se aplique la gestión de colores. Es una técnica sencilla, no costosa y muy efectiva de asegurar el cumplimiento del orden y la limpieza en las estaciones de trabajo. Además, el enfoque de la 4S sobre las señalizaciones debe tomarse en cuenta. Deben colocarse procedimientos de trabajo, señales de advertencia, croquis de la planta, procedimientos de limpieza, rutas de evacuación, puntos de reunión, etc. Los avisos y/o letreros deben colocarse en lugares adecuados, de un tamaño fácilmente observable; también, deben ser claros y fácilmente comprensibles.

- Quinta S: *shitsuke*

Es el principio que envuelve los conceptos de compromiso y disciplina. Disciplina no es una especie de control de los operarios, esperando para poder castigarlos cuando lo consideren oportuno. Disciplina quiere decir voluntad de hacer las cosas como se supone se deben hacer; es decir, cumplir a cabalidad

con todos los procedimientos establecidos; también, con las técnicas 5S. Es el deseo de crear un entorno de trabajo en base de buenos hábitos.

Se logra mediante el entrenamiento y la formación para todos y, la puesta en práctica de estos conceptos, es como se consigue romper los malos hábitos y poner en prácticas los buenos.

3.3. Reducción de los 7 desperdicios

Los desperdicios que se identificaron en el inciso 2.3, de los cuales se muestra un resumen en una tabla en la página 56; deben reducirse aplicando la metodología seis sigma y la técnica 5S. Para ello se necesitan seguir ciertos pasos y ejecutar acciones que se muestran a continuación:

- Capacitación de los operarios en:
 - Metodología seis sigma
 - Técnica 5S
 - Manufactura esbelta
 - Forma correcta del funcionamiento de la maquinaria
 - Calidad
 - Inocuidad en los alimentos
 - Valores
 - Seguridad e higiene industrial
 - Primeros auxilios
 - Seguridad y salud ocupacional

- Recolectar todo el inventario de más a través de 5S

- Ejecutar la metodología DMAIC
- Implementar un análisis de tiempos y uno de movimientos para mejorar los procesos y movimientos que se tuviesen dentro del área de envasado.
- Según los resultados de la metodología DMAIC, el estudio de tiempos y movimientos, se debe programar una capacitación sobre el nuevo método de trabajo a aplicar el cual debe ser evaluado de una vez con la aplicación de 5S.
- Además de la creación de un equipo seis sigma (el cuál se mencionó anteriormente), también, se debe formar otro equipo el cual será el encargado de auditar los proyectos para la reducción de mudas.
- Evaluar y controlar las reducciones de desperdicios.

3.4. Reducción del número de defectos

Una de las metodologías utilizadas para la reducción de los defectos presentes en cualquier instalación industrial es la metodología de seis sigma, y es precisamente la que se utilizará en conjunto con otras técnicas y herramientas en el área de envasado. Seis sigma hace uso de un proceso sistemático que permite identificar, reducir y controlar las fuentes de variación que están afectando las salidas de un proceso productivo.

En la etapa de medición de la metodología DMAIC se pretende evaluar que tan eficiente y eficaz es el proceso sobre el que se está trabajando. Definir el número de defectos es el primer paso para conseguir una reducción en los

mismos. Además, es importante porque establece que tan productivas son las operaciones y que tan competitivo se es en el mercado.

Para definir la cantidad de defectos se utilizan los índices DPU, DPO, DPMO. DPU, DPO, DPMO; son medidas que expresan de forma clara y sencilla, cómo se está comportando un producto o proceso, con base en el número de defectos. La selección de la métrica de calidad apropiada ayuda a evaluar el rendimiento versus las expectativas que se esperan y que el cliente tiene. Igualmente puede desarrollar líneas base de proyectos y objetivos de mejora, también, comunica el nivel de conformidad de los clientes.

3.4.1. Defectos por unidad (DPU)

Defectos por unidad (DPU) es el número de defectos en una muestra dividido entre el número de unidades de la muestra.

$$DPU = \frac{\text{Número de defectos en una muestra}}{\text{Número de unidades de la muestra}}$$

Para conocer el número de defectos de un producto o un proceso, se debe realizar la operación que se muestra, que no es más que una relación entre el número de defectos encontrados en un grupo de unidades inspeccionados dentro del proceso de producción. En el estudio de defectos por unidad que se realizó en el área de envasado de ketchup en su presentación *doypack*, se detectaron 8 unidades defectuosas, en un lote de 300 unidades inspeccionadas. A continuación, se desglosa los defectos encontrados:

- Total de unidades inspeccionadas: 300
- Defecto en el sello superior: 2

- Defecto en el sello inferior: 3
- Mal sellado: 2
- Etiquetado: 1
- Total de defectos: 8

entonces:

$$DPU = \frac{8}{300} = 0,026666 \text{ defectos por unidad}$$

La interpretación de este valor es que, por cada unidad producida o fabricada, hay 0,026666 defectos; sobre ese dato se debe trabajar para reducirlo.

3.4.2. Defectos por oportunidad (DPO)

Se refiere a la relación entre el número de defectos encontrados entre el total de oportunidades de defecto en las unidades inspeccionadas. Para conocer este indicador es necesario primero determinar el total de oportunidades (TOP). Entonces:

$$DPO = \frac{\text{número de defectos en una muestra}}{\text{número de oportunidades de defectos de la muestra}}$$

$$TOP = \text{número de oportunidades de defectos de la muestra} * 1$$

$$TOP = 300 * 1 = 300$$

$$DPO = \frac{8}{300} = 0,026666 \text{ defectos por oportunidad}$$

3.4.3. Defectos por millón de oportunidades (DPMO)

Defectos por millón de oportunidades (DPMO) es el número de defectos en una muestra dividido entre el número de total de oportunidades de defectos multiplicado por 1 millón; DPMO estandariza el número de defectos en el nivel de oportunidad y es útil porque permite comparar procesos con diferentes complejidades.

Se obtiene por la multiplicación del DPO por un millón, es decir:

$$\begin{aligned} \text{DPMO} &= \text{DPO} * 10^6 \\ \text{DPMO} &= 0,026666 * 10^6 = 26,666 \end{aligned}$$

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos anteriormente, se ve que las pérdidas que presenta la empresa son considerables, dado que el número de unidades defectuosas es considerable.

Con unas 26,666 unidades defectuosas por cada millón, el nivel sigma en el que se encuentra el proceso de envasado de ketchup, es aproximadamente tres sigma, lo cual no es nada alentador ya que significa mucha mejora para alcanzar el nivel ideal, seis sigma. Una meta alcanzable y real sería lograr un nivel cuatro sigma, esto teniendo en cuenta las condiciones del proceso, los recursos con los que se cuentan y la metodología que se pretende instalar para lograrlo.

3.5. Propuesta de mejora

Una vez descrita la situación actual en la organización (con lo que se logra un entendimiento acerca de las oportunidades de mejora) y también, definidas

todas las herramientas, metodologías, material humano, recursos, etc. Que se tienen para llevar a cabo la reducción de desperdicios en el área de envasado, se puede proceder a describir la propuesta integral de mejora y como con todo lo anteriormente mencionado, se puede ejecutar de manera eficiente.

- 5S

En el punto 3.2 se describieron como cada una de las 5S podría ser aplicada en el área de envasado para mejorarla y hacerla más productiva. En este apartado se define los pasos que deben realizarse para implementar la técnica 5S:

- Lograr un compromiso de conciencia de la dirección. Es el paso más importante, porque logrando esto, se garantiza el interés y cumplimiento de los niveles subalternos.
- En el área de envasado se envasan varios productos y en distintos envases; lo primero que se debe hacer es centrarse en un tipo de producto en el que se centrará la metodología; en este caso, se aplicará en la línea de *doy pack* de ketchup (porque es el área en donde se pretende reducir los desperdicios).
- En la planta se realizan capacitaciones aproximadamente cada mes, aprovechándose de estas actividades, y el apoyo de recursos humanos; se informó al personal de la planta acerca de la implementación de las 5S. La primera parte es la de informar que se realizará, la segunda se propone dar una capacitación básica a todo el personal de la planta en la cual se explicará cual es la finalidad de esta metodología.

- Una vez realizada la capacitación básica acerca de la finalidad de aplicar las 5S, se propone definir las áreas de mayor interés, áreas problemáticas o áreas de oportunidad que más influyan para lograr una exitosa aplicación y en consonancia cumplir con los objetivos de la organización.
- El siguiente paso luego de las capacitaciones y definición de áreas más importantes de aplicación es formar un equipo encargado de liderar el proyecto 5S, el cual debe estar conformado por un líder de cada departamento involucrado en la planta (producción, bodega y personal administrativo).

Es importante llevar un control de cada una de las acciones realizadas durante el proceso de implementación en el cual se definirá e identificará el problema y se especificará a detalle cómo se resolvió.

- Una vez aplicada la metodología, es importante dar un seguimiento y control para verificar que se mantenga el hábito de las 5S.
- La propuesta es realizar una auditoría semanal a través de un *check list*, para evaluar el desempeño de cada una de las líneas de producción.
- Conforme se generó un avance significativo o de mejora se hizo visible el problema caracterizando el antes y el después.

A continuación, se describe que acción o acciones se realizarán con cada una de las 5S:

- *Seiri*: separar lo que realmente se necesita en el área de trabajo. Y todas las demás cosas u objetos innecesarios, asignarles un nuevo lugar de almacenaje; sino son de utilidad para ninguna tarea ni en esa área ni en otra, debe desecharse.

Se propone realizar un inventario acerca de todo aquello que se pudiera utilizar para realizar una tarea de utilidad principalmente en esta área o en otras. Se deben verificar herramientas, materiales, refacciones, objetos, etc. Existentes en el área de trabajo, los cuales deben colocarse de acuerdo a un patrón de utilización y de cantidad; es decir, deben acomodarse los de mayor cantidad de demanda y los más utilizados y, enseguida, los de menor utilización. Lo anterior garantiza menor tiempo de recorrido, menor desorden y eficiencia en el trabajo.

- *Seiton*: en este apartado de las 5S se hacen pocas sugerencias; sin embargo, de mucha utilidad y de fácil aplicación.
 - Etiquetar los estantes: sirve para identificar que debe almacenarse en ellos y evitar caer en equivocaciones.
 - Realizar un tablero en donde se indique las herramientas de mayor uso.
- *Seiso*: para logra llevar a cabo esta técnica de la 5S de una forma adecuada y que sea parte de una cultura organizacional; se debe iniciar con incentivar la limpieza del sitio de trabajo para que con esto, se logró mantener la clasificación y el orden de los herramientas, refacciones, materias primas, etc. Es decir, asegurarnos la realización de una limpieza adecuada, facilita el cumplimiento de *seiri* y *seiton*.

El proceso de implementación se debe apoyar en un fuerte programa de entrenamiento, pero lo más importante es un ostentoso abastecimiento de los elementos necesarios para su realización; también, definir un horario en específico a lo largo de la jornada de trabajo para realizar esta actividad.

- *Seiketsu*: mantener constantemente el estado de orden, limpieza e higiene de todas las áreas. Con esto, básicamente se asegura del cumplimiento de los procedimientos establecidos. Para conseguir un correcto seguimiento y control de las actividades, se debe:
 - Como paso inicial, documentar las actividades realizadas en las 3 anteriores S, el fin de hacer esto es que quede evidencia escrita del método y la forma en cómo se estará ejecutando continuamente estas actividades.
 - El otro paso será plasmar las reglas y la metodología en la planta y específicamente en el área de envasado, de preferencia en un lugar bastante visible y normalmente transitado. Además, estas reglas deben ser fácilmente entendibles por todo el personal.
- *Shitsuke*: corresponde a acostumbrarse a aplicar las 5S en la línea *doy pack* de ketchup y respetar las reglas que se hayan establecido para su correcto funcionamiento.

La disciplina a diferencia de las otras 5S no es algo fácilmente medible ya que se trata de un concepto intangible. Por tal motivo, se tiene que lograr un estado de participación completa de los empleados. El seguimiento de la práctica para lograr la disciplina será fundamental; para esto, hay que tener

representado el antes y el después para que el personal observe estos cambios y comprenda la importancia que esto representa.

Pasos propuestos a seguir:

- Ayuda de materiales visuales.
- Presencia constante en el área por parte del gerente de producción, supervisor de calidad y en determinadas ocasiones, del director de producción (o el cargo equivalente).
- Documentación del antes y el después. De preferencia deben publicarse fotos de este cambio para que el impacto sea mejor.
- Representación gráfica que contenga algún indicador de la situación actual del área y, cronológicamente, como es que se va notando su evolución.
- Diariamente, establecer rutinas o un horario fijo en el cual aplicar las 5S durante la jornada laboral, así como actividades mensuales y semestrales.
- Realizar evaluaciones periódicas con un grupo establecido de personas.

Otra de las mejoras que se proponen, es la creación de un tablero de análisis de producción. Actualmente, en la empresa, no se cuenta con un tablero de este tipo. En la oficina de producción se cuenta con un pizarrón, pero se utiliza únicamente para recordatorios y pequeñas operaciones.

Esta herramienta propone aplicar directamente en cada una de las líneas de producción, esto con el fin de controlar y representar la producción que se tiene durante la jornada laboral.

El registro de producción se realizaría diariamente y por turno de producción, con lo que se pretende que se maneje un tablero; con el fin que sea visible, la producción que se lleva con el fin de medir y documentar el trabajo realizado por los operadores.

A continuación, en la tabla III se muestra el modelo de tablero que se propone para el área de envasado.

Tabla V. Análisis de producción

Horas	Cajas producidas	Defectos encontrados	% eficiencia
7:00			
8:00			
9:00			
10:00			
11:00			
12:00			
13:00			
14:00			
15:00			
16:00			
17:00			
18:00			

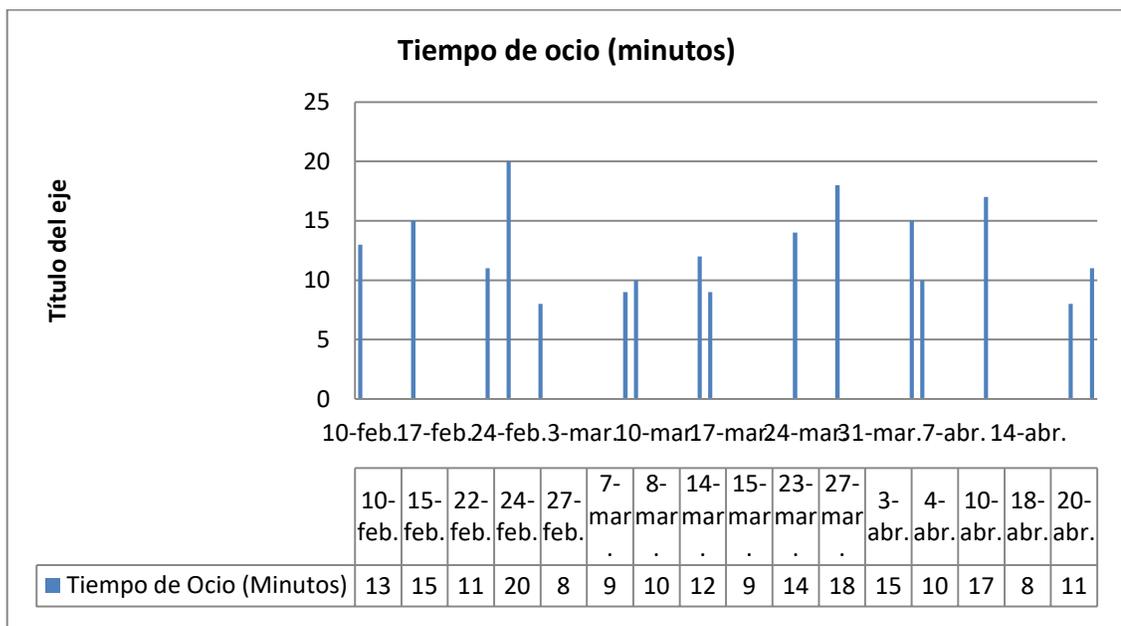
Fuente: elaboración propia.

Como se observa, es un modelo de tablero de producción bastante sencillo, pero que servirá para que cada operario que llegue a la oficina de producción (lo cual ocurre constantemente) pueda observar qué tanto han avanzado, qué tanto les falta, etc.

La siguiente propuesta se centra principalmente en reducir los tiempos muertos entre cada entrega de turno, ya que las entregas de turno son constantes y existen muchos tiempos de espera.

A continuación, se muestra un estudio realizado a la línea de *doy pack*, mediante la toma de tiempos en varios días en las entregas de turno, donde se observa todo el tiempo de ocio (en minutos) entre turnos. Eso debido a varios factores:

Figura 12. **Propuesta para mejora en entrega de turnos**

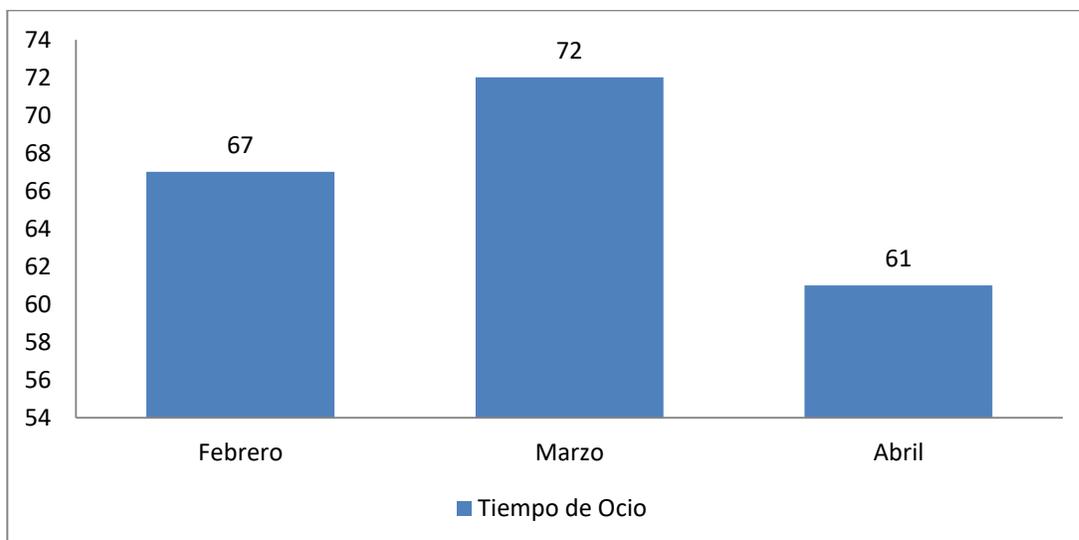


Fuente: elaboración propia.

- Los operadores cuando ven que está por finalizar el turno, detienen la línea antes de que esto ocurra.
- El personal no está en el área de producción a la hora debido. Esto se debe porque se toman unos minutos después del almuerzo, refacción, idas al baño, etc.
- Los operadores no llevan a cabo las 5S en las líneas de producción.
- El personal realiza actividades ajenas a la que les corresponde en su línea de producción.

El tiempo de ocio en cambio de turnos por mes se presenta en la figura 13.

Figura 13. **Propuesta para mejora en entrega de turnos**



Fuente: elaboración propia.

En el estudio y análisis realizado en el área de envasado, se observa que el tiempo de ocio promedio para una entrega de turno en la línea de *doy pack* es de aproximadamente 12 minutos en promedio en una entrega de turno. Lo cual traducido en que al día se hacen normalmente tres cambios de turno, significa que se tienen 36 minutos de ocio al día, 216 minutos a la semana, aproximadamente unas 3,6 horas perdidas. Como podemos observar es una cifra bastante elevada, y que ocasiona pérdidas considerables.

Esta propuesta con base en las oportunidades de mejora encontradas en la línea de *doy pack*, es realizar entregas de turno continuas para eliminar los paros de línea innecesarios, que como ya se mencionó anteriormente, son pérdidas considerables de tiempo. Para esto es necesario realizar una charla informativa hacia los operarios de parte de los jefes de producción, acerca de que se tendrá un control estricto de este aspecto y se impondrán sanciones si no se llevan a cabo a totalidad. El beneficio que se puede generar si se tiene una producción continua, equivale a una mayor producción, con los mismos costos (o incluso menores) lo que se traduce en un aumento de productividad y, por lo tanto, de rentabilidad.

3.5.1. Balanceo de línea

En la línea de empacado de *doy pack* se cuenta con una plantilla de 7 personas. A continuación, se describen estos puestos:

- Una persona asignada a operar la máquina envasadora, realizar los ajustes correspondientes y responsable de verificar su correcto funcionamiento.

- Cuatro personas dedicadas al empaque del ketchup en su presentación *doy pack*.
- Una persona auxiliar para etiquetado y armado de cajas; además, se encarga del transporte de los empaques, los rollos de etiqueta, cajas, etc.
- Un estibador, quien es el encargado de colocar el producto ya empacado en las cajas y trasladarlas hasta la bodega o al camión en caso de que vayan a ser distribuidas inmediatamente.

En las figura 14, se detalla al personal de la empresa en operación en las distintas líneas de la producción.

Figura 14. **Personal en operación**



Fuente: elaboración propia.

La oportunidad de mejora detectada es que en el área de envasado están asignados demasiados operarios para el volumen de producción que se tiene de kétchup en su presentación *doy pack*. Esto se debe a que en esta área se realizan empaques de diversos productos, los cuales tienen una mayor producción. Los operarios asignados son asignados pensando en los procesos de mayor producción, el problema con esto es que cuando se trabaja el proceso de *doy pack* hay más capacidad instalada de la que se necesita y se producen tiempos de ocio; además, pérdidas de oportunidad en otras áreas donde se podría usar esta fuerza laboral.

La propuesta de mejora es que se reduzca el personal en el área de envasado en el momento cuando se trabaje el empaquete de *doy pack*, en un nivel adecuado a la cantidad de producción de este producto.

Para analizar la factibilidad de reducir el número de personas en la plantilla, se realizó un estudio de tiempos con la nueva cantidad propuesta y constatar si con estos cambios se logra cumplir la producción promedio diaria.

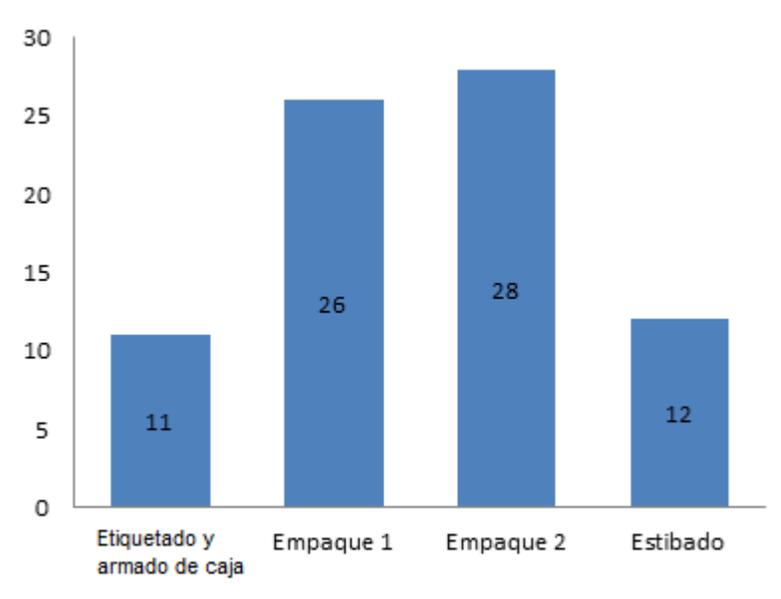
A continuación, se muestra el estudio de tiempos.

Tabla VI. Estudio de tiempos

Departamento: envasado			Línea: doy pack				Estudio núm. 1						
							Hoja no. 1						
Operación: envasado de ketchup						Observado por: Cristian Recinos							
Código:-----													
Herramientas y calibradores: -----						Operario: -----							
Calidad: excelente						Autorizado por: producción							
Condiciones de trabajo: muy buenas													
Núm.	Elemento	Ciclo (s)										Σ Tiempos observados	Tiempo promedio observado
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Etiquetado y armado de caja	10	11	12	12	10	13	11	10	12	12	113	11
2	Empaque 1	26	22	27	26	27	26	26	27	26	27	260	26
3	Empaque 2	26	26	32	28	27	27	27	28	28	27	276	28
4	Estibado	12	11	12	12	10	11	12	11	11	13	115	12
Observaciones:													

Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Tiempos promedio



Continuación de la figura 15.

Descripción	Tiempos
Tiempo promedio total efectivo de la operación	77 s

Fuente: elaboración propia.

- Calificación del desempeño
 - Habilidad: bueno
 - Esfuerzo: bueno
 - Condiciones: buena
 - Consistencia: media
 - $0,05+0,05+0,05+0=15\%$

$$TN = 77 * \frac{(100+15)}{100} = 89 \text{ segundos}$$

- Suplementos
 - Necesidades personales: 1 %
 - Por fatiga: 1 %
 - Por trabajar pie: 1 %
 - Por uso de la fuerza: 1 %

$$TS = 89 * (1 + 0,04) = 93 \text{ segundos}$$

Como se observa, los resultados del estudio de tiempos con únicamente 4 personas asignadas al proceso de envasado de ketchup en la presentación *doy pack*, dicen que la duración de toda la duración de envasado, etiquetado, estibado, etc., tiene una duración de 93 segundos por cada envase *doy pack*.

Realizando los cálculos correspondientes con este tiempo de duración de empaque por cada unidad y con la jornada laboral, se obtiene la producción diaria que se tendría con los cambios propuestos:

La jornada laboral en la empresa Proseresa, es de 6 am a 6 pm, es decir, 12 horas de trabajo, a lo que habría que descontarle 1 hora de almuerzo y 15 minutos de refacción.

$$12 \text{ horas} - 1 \text{ hora} - 0,4 \text{ horas} = 10,6 \text{ horas efectivas de trabajo}$$

Sin embargo, a pesar que se tienen 10,6 horas efectivas de trabajo, no todo este tiempo se dedica al proceso de envasado de ketchup, ya que en la empresa se realizan diversos procesos y en el área de envasado, se envasan otros productos. Se recabó la información acerca del horario se realiza cuando el envasado de la ketchup; el jefe de producción indicó que éste inicia en la mañana y es el primer proceso de envasado que se realiza. Por razones obvias: no se puede envasar si el producto aún no está fabricado; por lo que la hora de inicio del envasado es a las 10:00 am (justo después de los 15 minutos de refacción), hasta las 2 pm; es decir, un período de 4 horas, pero únicamente 3 horas efectivas (porque de 1 pm a 2 pm es la hora de almuerzo). Entonces:

$$3 \text{ horas} * 60 \text{ minutos} = 180 \text{ minutos}$$

$$180 \text{ minutos} * 60 \text{ segundos} = 10\,800 \text{ segundos}$$

$$\text{Envasado de ketchup diario} = \frac{\text{tiempo efectivo total de producción}}{\text{tiempo efectivo de operación}}$$

$$\text{Envasado de ketchup diario} = \frac{10\,800 \text{ segundos}}{93 \text{ segundos}} = 116 \text{ unidades}$$

aproximadamente

Con base en el estudio de tiempos y a la jornada laboral efectiva se determinó que al día se pueden envasar 116 unidades, lo que comparado con el promedio de los datos históricos que otorgaron en la oficina de producción que son de 100 unidades, indica que la propuesta de mejora es muy factible y de mucho provecho para el área y que provoca un aumento de productividad. Esto dado que se cumple la producción diaria y se reduce el número de operarios, lo que significa una reducción de costos puesto que esta mano de obra puede asignarse a otra área y así, eliminar gran parte de los tiempos de ocio.

- propuesta para mejora de empaque de producto terminado

En el análisis de oportunidades de mejora que se hizo en la línea de envasado de ketchup en su presentación *doy pack*, se encontró un área potencial para la optimización, y esta es la optimización de la caja del producto terminado.

Optimizar el espacio para almacenar el producto terminado, genera una reducción de costos, ya que con la misma cantidad de cajas que se usa (o incluso menos) se pueden almacenar las más unidades de *doy pack* terminadas. Además, un cambio en la forma de acomodo de las unidades en la caja, es algo relativamente sencillo de realizar y prácticamente sin ningún costo; por lo tanto, es muy factible llevar a cabo esta mejora.

La forma actual de empaque es de 24 piezas o unidades por cada caja y se usa un separador interno de cartón para un mayor orden y mejor distribución. Para ejemplificar lo dicho, a continuación, se muestra el empaque actual del producto terminado y como este, se envía a los clientes:

Figura 16. **24 piezas con acomodo vertical**



Fuente: elaboración propia.

Figura 17. **Uso de separador interno de cartón**



Fuente: elaboración propia.

La propuesta de mejora es realizar una prueba en donde se haga un cambio en la distribución de la forma de colocar el producto en la caja de empaque. Que el acomodo pase de ser vertical a horizontal y se elimine el separador interno. Con esto, se obtendrá un menor costo puesto que se dejará

de usar el separador de cartón; también, con el acomodo horizontal pueden almacenarse las 24 unidades en una caja más pequeña, con lo cual se tendría otra reducción de costos esta vez referente a la caja. Además, disminuir el tamaño de la caja, brindará un mayor espacio para estibar más cajas por pallet, con lo cual se logra una optimización de espacio y en cierta medida, ayuda al principio de orden de las 5S. Otro costo que podría verse reducido sería el de la tinta, dado que una caja de menor tamaño evidentemente necesita menor uso de cinta impresa.

Ahora bien, en el caso que no se quiera cambiar el tamaño de las cajas y se quiera seguir con las que se usan actualmente; esto también supondría beneficios, puesto que en el nuevo acomodo cabrían más unidades y, por lo tanto, se necesitarían menor cantidad de cajas para empacar la misma producción, se reduce el espacio ocupado; además, se ahorra en el uso de cinta impresa.

Además de todos los beneficios ya anteriormente mencionados, como se puede ver en la imagen, en el acomodo propuesto, las unidades quedan bien distribuidas y de una forma ordenada, con la que los clientes no tendrán ningún problema en recibir.

3.6. Análisis de costos

- Punto de equilibrio

En el ámbito de las finanzas hace referencia al nivel de ventas de una empresa para cubrir los costes fijos y variables. Esto implicará que una compañía, en su punto de equilibrio, contará con un beneficio igual a cero, en donde no perderá dinero, pero tampoco lo ganará.

- Costo fijo: son aquellos costos que permanecen constantes durante un periodo de tiempo determinado, sin importar el volumen de producción.
- Costos variables: aquellos costos que varían en función del volumen de producción, de tal forma que aumentarán a medida que aumente la producción.

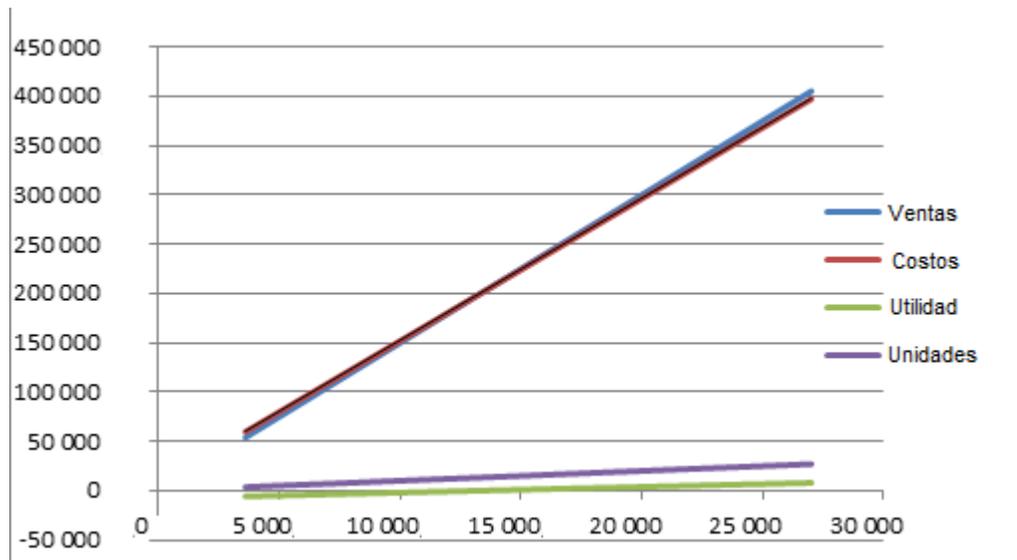
A continuación, se presenta el punto de equilibrio de la ketchup en su presentación *doy pack*:

Tabla VII. **Punto de equilibrio**

Nombre producto:	Ketchup <i>doy pack</i>		Precio unitario:		Q15,00
Costos fijos		Costo variable unitario			
Descripción	Valor	Descripción	Valor	Cantidad	Importe
Alquiler	Q 700,00	Tomate (Kg)	Q 3,53	0,35	Q1,24
Luz	Q 600,00	Cebolla (Kg)	Q 4,23	0,35	Q1,48
Gas	Q 500,00	Vinagre (L)	Q 7,72	0,25	Q1,93
MOI	Q 6,000,00	Etiquetas (unidad)	Q 0,14	1,00	Q0,14
		Empaque (unidad)	Q 1,63	1,00	Q1,63
		MOD	Q 6,20	1,00	Q6,20
Costo fijo	Q7,800.00	Costo variable			Q12,62
Punto equilibrio: 3271,8 unidades					

Fuente: elaboración propia.

Figura 18. Punto de equilibrio



Fuente: elaboración propia.

Para algunas de las propuestas de mejora que se hicieron en el apartado 3.5, se necesitan realizar algunas inversiones. En este apartado se trata de dar una idea de que costo que tendría implementar las mejoras anteriormente mencionadas, mediante una estimación del valor de los cambios y de las reducciones de los costos fijos y de los costos variables.

Una de las formas de reducir desperdicios (lo cuál es la premisa del trabajo de investigación en el área de envasado) es encontrar la manera de reducir gastos, aquellos que no aportan un valor al proceso productivo o que pueden ser sustituidos por otros menores.

Básicamente, el análisis de costos que se muestra se centra en las cotizaciones y el precio de las cajas de empaque, de las que se usan actualmente y de las cajas propuestas para optimizar recursos y espacio.

También, se muestra que el presupuesto asignado al área de envasado de ketchup puede reducirse con el traslado de los operarios propuestos a otra área; deja únicamente una planilla de 4 en este proceso.

Antes de pasar directamente al análisis de costos, a continuación, se describen algunos conceptos importantes relacionados al tema que ayudan a conocer e interpretar sobre aquellos aspectos en los que se puede apoyarnos para conseguir una reducción en los costos.

- Costo de operación

Son los gastos que están relacionados con la operación de un negocio o para el funcionamiento de un dispositivo, componente, equipo o instalación. Son el costo de los recursos utilizados por una organización solo para mantener su existencia. Estos gastos se dividen en costos fijos y costos variables. Los costos fijos se mantienen constantes y no dependen del nivel de producción. Los costos variables dependen directamente del nivel de producción.

- Costo de oportunidad

Es el valor a que se renuncia por consumir o utilizar un bien o servicio para un propósito dado en lugar de otro uso o destino posible. En caso de que dicho uso implique el consumo del bien o servicio, el costo de oportunidad es igual al valor actual de los flujos de fondos que podría producir el mejor de los otros consumos posibles del bien.

- Costo de mantenimiento

Representa el precio pagado por concepto de las acciones realizadas para conservar o restaurar un bien o un producto a un estado específico. Los costos de mantenimiento, de manera general, se pueden agrupar en dos categorías: 1) los costos que tienen relación directa con las operaciones de mantenimiento: costos administrativos, de mano de obra, de materiales, de repuestos, de subcontratación, de almacenamiento y costos de capital; y 2) costos por pérdidas de producción a causa de las fallas de los equipos, por disminución de la tasa de producción y pérdidas por fallas en la calidad producto al mal funcionamiento de los equipos.

3.6.1. Costos de implementación

Como parte de las propuestas de mejora ya presentadas, algunas requieren de cierta inversión, tal es el caso de la introducción de una caja de cartón para empaque con diferente dimensión a la que se usaba y sin un separador interno. La producción proporcionó datos de costos con la empresa que les provee el material para armar las cajas de cartón; el costo o la inversión por millar para cada tipo de caja es el siguiente:

Tabla VIII. **Costos de implementación**

Concepto	Peso	Costo
Caja de cartón grande	1,3 Libras	Q. 2270,47
Caja de cartón mediana	0,8 Libras	Q. 1384,39
Diferencia	-----	Q. 886,08

Fuente: elaboración propia

Como se ve la diferencia de precio es bastante considerable, casi de Q 1 000,00. Por lo tanto, además de las ventajas de optimización de espacio, usar una caja más pequeña, presenta un importante y considerable ahorro económico que ayuda a generar más rentabilidad.

3.6.2. Reducción de costos fijos

Para este apartado los factores donde se puede obtener una reducción en los costos son los siguientes:

- Caja de empaque
- Separador interno de caja

Son costos fijos porque son un cambio en el que se incurriría de forma definitiva y que, no serían variables, porque siempre se tendrían que efectuar. Lo que se hace a continuación es tratar de determinar un posible factor de ahorro si se implementaran las propuestas de mejora ya mencionadas.

La relación en el ahorro en el concepto de la caja, se obtuvo directamente mediante la cotización del millar. Además, se presenta un estimado de costos con los dos tamaños de caja y también con y sin separador (el cual implica un costo menor.)

Tabla IX. **Cotización de caja grande**

Concepto	Peso	Costo
Caja de cartón grande con separador	1,3 Libras	Q. 2270,47
Caja de cartón grande sin separador	1,3 Libras	Q. 1968,47
Diferencia	-----	Q. 302,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Cotización de caja mediana**

Concepto	Peso	Costo
Caja de cartón mediana con separador	0,8 Libras	Q. 1 384,39
Caja de cartón mediana sin separador	0,8 Libras	Q. 1 082,39
Diferencia	-----	Q. 302,00

Fuente: elaboración propia.

Como se observa, el ahorro por no usar separador interno en las cajas (sea cual sea el tamaño de esta) es de Q 302,00, además de lo que se gana en el aprovechamiento del espacio.

A continuación, se muestra el ahorro total en la propuesta realizada para el cambio en el uso de las cajas y en la eliminación del separador interno de cartón. Es costo considerable y que a la larga trae consigo una mejora en la productividad y, por lo tanto, en la rentabilidad de la organización.

Tabla XI. **Posible ahorro en la propuesta de mejora**

Concepto	Cantidad
Ahorro en caja	Q. 886,08
Ahorro en separador	Q. 302,00
Total	Q. 1188,08

Fuente: elaboración propia.

3.6.3. Reducción de costos variables

En este apartado, los costos se verían disminuidos por la propuesta de reducción de personal asignado al área de envasado de ketchup. Como se constató con el estudio de tiempos, con una fuerza productiva de cuatro operarios, se cumple la producción diaria estimada, por lo que la reducción es

viable y presenta minimización de costos en esta área. En resumen, en el área que inicialmente contaba con siete operadores que tenía la línea, se logró hacer una disminución de 3 personas que son trasladadas a otras áreas y, por consiguiente, a otro centro de costo. En la tabla IX se puede apreciar el costo de reducir en 3 el número de operarios que efectúan el envasado de ketchup además del costo actual de la operación de acuerdo a como se realiza el proceso:

Tabla XII. **Costos variables**

Sueldo mensual de un operador	Q. 3 143,21	Sueldo mensual de un operador	Q. 3 143,21
Cantidad de operarios reducidos	3	Cantidad de operarios actuales	7
Total de ahorro por mes	Q. 9 429,63	Total costo actual	Q. 22 002,47

Fuente: elaboración propia.

Cabe destacar que estos costos no desaparecerán de la empresa, sino únicamente de la planilla del proceso de envasado, esto porque los operarios serán trasladados a otra área de la empresa y allí desempeñarán sus labores y cobrarán su sueldo con normalidad.

3.7. Disponibilidad de equipos

A continuación, se describe la disponibilidad de los equipos a utilizarse.

3.7.1. Equipos de producción disponibles

En la bodega de producción se encuentran algunos equipos en desuso, de los cuales existen algunos que puede ser aprovechado en el área de envasado. Por lo se propone como opción de mejora que se reinstale dentro de la línea de *doy pack*. A continuación, se describe el equipo mencionado en la tabla X.

Tabla XIII. Equipos de producción

Concepto	Valor
Mesa de acero inoxidable para empacado/armado de caja	Q. 4865,59

Fuente: elaboración propia.

Como se ve, es una mesa con un costo considerable y que está desaprovechada totalmente, por lo que se recomienda darle uso en el área. Es algo factible y sencillo de realizar. Además, esta mesa de acero inoxidable cumple más con las buenas prácticas de manufactura, porque tiene una superficie lisa, fácilmente lavable y sin ningún tipo de grieta. Se sabe que en una industria alimentaria, la administración total de la calidad y el aseguramiento de la inocuidad de los productos, es de suma importancia, por lo cual es mejor utilizar la mesa propuesta que la que ya se encuentra en el área (no está en mal estado pero existe la posibilidad de usar otra mejor).

Gracias a esta información y a todos los análisis de costos mostrados anteriormente, se afirma que las propuestas de mejora son económicamente satisfactorias, puesto que presentan ahorros para la empresa lo cual apoya en el objetivo permanente de aumento de rentabilidad. Darnos cuenta que la mejora continua siempre que esté bien implementada y documentada,

directamente impacta en los métricos financieros, hizo entender la importancia de involucrar este tipo de medidas de ahorro como una medida de aumento de productividad, siempre que se esté en el proceso de definición de algún proyecto.

4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

El desarrollo de este proyecto se realizó a partir de la metodología seis sigma, la cual se enfoca en la implementación de proyectos de mejora, con el objetivo de reducir la inestabilidad de los procesos y los defectos asociados a esta hasta obtener un valor objetivo; genera un impacto significativo en la rentabilidad y en el crecimiento del negocio. Existen tres áreas principales para la implementación de esta metodología: la mejora de la satisfacción del cliente, la reducción del tiempo del ciclo y la reducción de defectos; esta es última específicamente el área en la que el grupo de trabajo se centró para el desarrollo de este proyecto; el cual tiene como meta la reducción del porcentaje de desperdicios generados dentro del proceso de envasado de ketchup en su presentación de *doy pack*.

La metodología seis sigma engloba 5 fases que ayudan a crear un banco de información sobre el comportamiento de los procesos; resulta mucho más útil cuando el objetivo que se quiere alcanzar se refiere, como en este caso, a mejorar un proceso que ya existe en la empresa que puede brindar toda esta información. Estas cinco fases se conocen como el ciclo DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar); a continuación, se especifica cada una de las actividades y la información obtenida durante el proceso de implantación.

4.1. Definir

En esta fase se plasmó la identificación del problema, además, la delimitación del alcance y el horizonte de tiempo de las metas propuestas; se estableció el impacto en la empresa y los ahorros proyectados. En este paso se

define quién es el cliente, así como sus requerimientos y expectativas. Además, se determina el alcance del proyecto: las fronteras que delimitarán el inicio y final del proceso que se busca mejorar.

También, se definió el equipo de trabajo y las personas que colaborarían durante la implantación de la metodología seis sigma. Durante la primera fase se estudió detalladamente el proceso de envasado de ketchup en la presentación *doy pack* para construir métricas financieras y operativas e identificar las variables que afectan en el proceso.

4.1.1. Project Charter

Se refiere a aquella herramienta de vital importancia para mostrar las directrices y desarrollar todo tipo de proyecto. En este documento se delimitan alcances, se definen objetivos, se asignan responsabilidades y realizan planificaciones.

Tabla XIV. Project charter

Matriz del proyecto	
1. Identificación del proyecto	
Título/propósito	Reducción de <i>scrap</i> en el envasado de productos líquidos, utilizando la metodología seis sigma en una industria de alimentos.
Planteamiento del problema	En el proceso de envasado de ketchup en la empresa Proseresa, se generan cantidades considerables de desechos o productos defectuosos. Este desecho es medido en unidad de producto (presentación <i>doy pack</i>) sobre el total de la producción, correspondiente al porcentaje de desperdicios respecto a las unidades producidas. Según los datos históricos que se nos proporcionaron, el último año el porcentaje promedio llegó al 1,64 % y en los últimos dos meses se encuentra en 1,97 % de unidades defectuosas. Por esta razón se hace necesaria la reducción de este porcentaje al 1 % de la producción diaria.
Objetivo	Considerando que la producción aproximada anual de ketchup en su presentación <i>doy pack</i> es de 30 000 unidades, la cantidad máxima de unidades defectuosas debe ser menor o igual a 300 unidades, que corresponde al 1 % total de la producción.

Continuación de la tabla XIV.

Alcance	Este proyecto pretende abordar la problemática presentada en el área de envasado de kétchup en su presentación <i>doy pack</i> y conseguir la reducción de desechos.
Impacto en la empresa	Teniendo en cuenta la problemática presentada en el proceso de envasado de kétchup, la aplicación de este proyecto de mejora, reflejará un impacto en la empresa, tanto a nivel económico y productivo, ya que aumentará la cantidad de productos conformes, genera mayores ingresos para la organización, por otro lado, la productividad del proceso de producción aumentará notablemente al generar mayor cantidad de producto con la misma cantidad de insumos, personas y tiempo, con las metas establecidas de la empresa.
Impacto en los clientes	Al aumentar la productividad del proceso de envase, el impacto se verá reflejado en el consumidor o cliente final, el cliente estará satisfecho con los tiempos de entrega de pedidos y el cumplimiento de especificaciones; satisface la demanda y crea mayores oportunidades de compra.

Fuente: elaboración propia.

4.1.2. Identificación del problema

En el proceso de envasado de kétchup, se generan cantidades considerables de desechos o productos defectuosos. Este desecho es medido en unidad de producto (en este caso la presentación sobre la que se está trabajando es la de *doy pack*), sobre el total de la producción, correspondiente al porcentaje de desperdicios respecto a las unidades producidas. El promedio de defectos encontrados en el último año fue de aproximadamente el 1,64 % del total de unidades producidas; en los últimos 3 meses este dato se elevó a aproximadamente 1,97 %. Por este motivo, se hace vital la reducción del porcentaje de defectos al 1 % de la producción total; eso es lo que se pretende conseguir con la implementación de la técnica 5S, la metodología seis sigma y demás herramientas y/o técnicas.

Actualmente la línea de *doy pack* cuenta con diversos puntos clave que no permite a la línea tener una mejor productividad y que son las causas de los desperdicios; entre esos están los siguientes:

- Arranques tardíos
- Entregas de turnos ineficientes
- Falta de personal capacitado
- Falta de orden y limpieza en área y equipo de trabajo
- Pérdida de tiempo por mantenimientos correctivos y no preventivos
- Ausencia de monitoreo en cada hora del turno de producción

Por lo anteriormente mencionado, este proyecto estará enfocado principalmente es incrementar la eficiencia de la línea y, por ende, reducir su desperdicio, con una mayor productividad. Por esto, se estará trabajando en incrementar la eficiencia y reducir el desperdicio de la familia *doy pack* debido a la gran demanda del mercado para esta presentación.

4.1.3. Mapa del proceso

El mapa del proceso es una herramienta que sirve para la visualización del proceso en cuestión para de una manera más sencilla entender la secuencia de las actividades y de esta manera identificar un reproceso o proceso improductivo; es decir, algún paso que no tiene agrega ningún valor al producto. También, pueden encontrarse con un mapa del proceso, cuellos de botella, identificación de inspecciones, etc.

Para la elaboración del mapa del proceso, se necesita un diagrama de flujo del proceso de elaboración del ketchup, un diagrama SIPOC y un diagrama general del proceso de envasado. Lo cual permitirá hacer más eficiente la etapa

de medir, teniendo definidas e identificadas todas las etapas del proceso. La construcción de este mapa de proceso se realizó teniendo como base las observaciones realizadas al proceso y sus diferentes actividades. El diagrama de operaciones y de procesos y el de flujo de operaciones se puede encontrar en el apartado 2.1.2.

Tabla XV. **Diagrama básico del proceso de envasado**



Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presenta el diagrama SIPOC, que sirve principalmente para realizar el reconocimiento de variables en cada una de las etapas del proceso de envasado; se identifican las entradas y salidas de las etapas.

Tabla XVI. **SIPOC del envasado de ketchup**

SIPOC				
Proveedor	Entradas	Procesos	Salidas	Cliente
Madurador	Cajas	Armado y envasado de ketchup	Sellos inferior	Consumidor
Almacén de insumos	Viscosidad		Sellos superior	
Área de producción	Temperatura		Fecha de vencimiento	
Orden de producción	Presión		Resistencia del empaque	
	Velocidad		Peso	
	Unidades a producir			
	Cestillos			
	Bolsas plásticas			
	Fecha de producción			
	Fecha de vencimiento			
	Jabón industrial			
	Ácido			
	Soda			
	Agua			
	Empaques			

Fuente: elaboración propia.

4.1.4. Reconocimiento de variables

Con el mapa de proceso definido es posible analizar las variables de entrada y salida que intervienen en el proceso de estudio. A continuación, se definen y describen cada una; tiene en cuenta el papel que desempeñan en el diagrama de flujo del proceso de elaboración de ketchup.

Tabla XVII. **Reconocimiento de variables**

Variable	Descripción
Bodega de insumos	En la bodega o almacén de insumos se encarga de proveer a los operadores todo lo necesario para realizar el proceso de envasado.
Oficina de producción	Es la encargada de generar la orden de producción y dar vía libre a los operarios para que inicien el envasado de la kétchup para convertirlo en producto terminado.
Orden de producción	Es el documento donde se registra la cantidad de unidades a producir durante un día dependiendo de la demanda.
Viscosidad	La viscosidad es la oposición de un fluido a las deformaciones. En el caso de la kétchup, la viscosidad se obtiene luego de la adición de todos los ingredientes en el proceso de preparación.
Temperatura	Es una magnitud física que refleja la cantidad de calor, ya sea de un cuerpo, un objeto o del ambiente. En esta planta la temperatura varía dependiendo del proceso de producción. En el envasado de kétchup la temperatura también varía en función de la fase del proceso en que se encuentre.
Cajas	Es en donde se depositan la kétchup ya envasada en su presentación <i>doy pack</i> .
Bolsas plásticas	Son usadas dentro del proceso de envasado para verter y depositar los productos terminados no conformes.
Fecha de producción	Se refiere a la fecha en la que se envasa el producto.
Fecha de vencimiento	Se refiere a la fecha de caducidad del producto, se conoce esta como la fecha en la que el producto ya no posee las características adecuadas para su consumo.
Jabón industrial	Se utiliza para la desinfección y limpieza de todos los componentes involucrados antes, durante y después de cada proceso de envasado.
Amonio	Se utiliza para la desinfección y limpieza de todos los componentes involucrados antes, durante y después de cada proceso de envasado.
Agua	Se utiliza para la desinfección y limpieza de todos los componentes involucrados antes, durante y después de cada proceso de envasado.
Armado de cajas	Se refiere a la operación de un operario de realizar el armado de las cajas, y de envasar la cantidad de unidades <i>doy pack</i> correspondiente en cada una de las cajas, realizando el debido cierre.
Marcación de lote	Número con el cual se referencia e identifica de la producción determinado conjunto de productos.
Consumidor	Cliente a quien va dirigido el producto, quien medirá que se cumplan con las características y requisitos de calidad.

Fuente: elaboración propia.

4.1.5. Establecer metas y objetivos del proceso

A lo largo de este trabajo de graduación, se ha trabajado en incrementar la productividad y reducir el desperdicio y el número de defectos en la familia *doy pack* debido a la gran demanda del mercado para esta presentación.

Las metas son establecidas de acuerdo a los objetivos de la organización en materia de la línea de producción de envasado y que sean factibles de ser realizados. Es importante la definición de las metas y los objetivos y que esto sea realizado de la manera más específica posible; lo anterior porque se debe conocer que se pretende alcanzar y que sea algo medible y cuantificable para que, a la culminación del proyecto, se puede analizar que tanto se cumplió con los parámetros establecidos, y con base en esto conocer qué porcentaje de avance se logró y en que aún se puede mejorar.

Los objetivos serán los siguientes:

- Entrega de turnos continuos.
- Disminuir el desperdicio de la cantidad total producida de la presentación *doy pack*.
- Disminuir el porcentaje de unidades defectuosas a un 1 % del total de la producción.
- Monitorear por hora la producción.
- Implementar las 5S básicas en el área de envasado.

4.2. Medir

En esta etapa del ciclo DMAIC se determinaron las herramientas a utilizar para la recolección de datos del proceso, con el objetivo principal de

conocer la situación actual; una vez definida la herramienta se realizaron las mediciones correspondientes para validar el sistema y establecer un diseño para el plan de recolección de datos y ver si los mismos fueron suficientes para el análisis del sistema. Por último, se comparan los resultados actuales con los requerimientos del cliente para determinar la magnitud de la mejora requerida.

4.2.1. Establecimiento del sistema de medición

La recogida de datos es una de las tareas más laboriosas y delicadas de los proyectos de mejora. La disposición de los datos suficientes que puedan responder las preguntas formuladas por el equipo no garantiza que el resultado del proyecto será exitoso, ya que uno de los problemas más graves que un proyecto de mejora se puede encontrar a su finalización, es que se pongan en duda el valor de los datos en los que se basó el estudio. Por tal motivo, el equipo de trabajo tenía el objetivo prioritario de asegurar que los datos utilizados provenían de fuentes contrastadas. El sistema de medición que se utilizará en este proyecto es medir la cantidad de defectos o inconformidades encontradas en los lotes de producción, porque lo se pretende es reducir los desperdicios y la base para esto es conocer la cantidad de reproceso o desechos que se realizan por fallas encontradas en el producto final.

Se define el sistema de medición como el conjunto de operaciones, procedimientos, instrumentos de medición y otros equipos, personal, etc., definido para asignar un valor a la característica que está siendo medida. Como se mencionó anteriormente, esta característica es el número de defectos o inconformidades.

En esta fase, se deben focalizar los esfuerzos en analizar el método de evaluación el cual estaba siendo utilizado. El desarrollo general del proceso de

medida se basa en la toma de datos, su análisis y la valoración de las conclusiones. Es necesario analizar también la variabilidad inherente al sistema de medición y cuál es su origen, ya que es necesario asegurarse de que esa variabilidad en el sistema de medición es coherente con las tolerancias que se tienen con el producto y sus características finales y/o ficha técnica.

4.2.2. Evaluación del sistema de medición

En la etapa de inspección de producto terminado en el proceso de envasado del ketchup, se tienen en cuenta varios criterios para la aceptación del producto, entre los cuales se encuentran el estado del empaque, la etiqueta bien colocada, la fecha de vencimiento del producto y posibles filtraciones del líquido contenido. Esta operación de inspección es realizada por el operario encargado de guardar las unidades en las cajas y estibar estas últimas.

Esta actividad se lleva a cabo por medio de observación directa del producto y luego es depositado en las cajas correspondientes donde posteriormente es almacenado en las bodegas y en este punto, ya se encuentran preparados para la distribución. Es importante señalar que esta inspección se lleva a cabo de manera subjetiva teniendo en cuenta que los criterios de evaluación no tienen el mismo valor para un operario que para otro, lo que genera la oportunidad de reconocer un producto no conforme como conforme y viceversa, a pesar de las instrucciones y explicaciones dadas teniendo en cuenta las especificaciones del mercado y del consumidor; adicional a esto, el tiempo de inspección para cada producto es muy limitado; hace aun mayor la posibilidad de encontrar productos no conformes en las manos del cliente.

Para evaluar la uniformidad y precisión del proceso de inspección, se realizó una actividad que fue la siguiente: se hizo un análisis de concordancia de atributos, en donde tres operarios que pueden ocupar el puesto de inspeccionar y empacar las unidades terminadas, califican dos veces la calidad de 30 unidades de producto terminado que se presentan con un número de fallas determinado.

A continuación, en la tabla XV se presentan los resultados del ejercicio anterior:

Tabla XVIII. **Resultados de ejercicio**

Operador	Observaciones	Fallas	Fallas encontradas	Coincidencias	Porcentaje
1	30	2	2	2	100 %
2	30	2	2	2	100 %
3	30	2	1	1	50 %

Fuente: elaboración propia.

Como se observa, los operadores si tienen concordancia en los criterios en lo referente a lo que se considera defectos y disconformidades con el producto final.

4.2.3. Plan para recolectar información

En esta oportunidad, la recolección de datos se llevó a cabo por medio de observación directa del proceso, con apoyo de los operadores de máquina y el personal encargado de la inspección de producto. Se tomaron 7 muestras diarias por intervalos de tiempo, durante la producción durante 5 días,

obteniendo así 35 subgrupos de unidades producidas. El grupo de trabajo diseñó un formato en el cual se consignaron la cantidad de unidades inspeccionadas en cada muestra y el número de defectos encontrados en ellas.

Para el análisis de capacidad del proceso se utilizaron solo 27 subgrupos, retirando de la tabla aquellos subgrupos en los que la cantidad de defectos era superior al promedio de los subgrupos, reflejando cambios bruscos en el proceso o actividades como paro de la máquina, para llenado de kétchup en su presentación *doypack*, lo que generaba al arranque e inicio de proceso un desperdicio adicional. Las no conformidades en este proceso pueden ser categorizadas teniendo en cuenta unos criterios basados en los requerimientos del cliente y especificaciones del proceso.

- Tipos de defectos
 - Defectos en el sello o en el envase por filtraciones
 - Sello superior o sello inferior
 - Etiquetado
 - Mala formación
 - Daños en el empaque

4.2.4. Recolección de datos

A continuación, se muestran los datos encontrados de los distintos tipos de defectos asociados al proceso de envasado de kétchup. Con el propósito de conocer de mejor manera en que error es el que más se incurre para tomar las acciones correspondientes para mejorar en este aspecto.

- Sello superior: defecto presentado cuando el sello superior del producto no se realiza correctamente que provoca que el producto quede abierto en el vértice o en su defecto con una abertura que hace que se deseche el empaque. Este defecto se origina por una mala.
- Sello inferior: defecto presentado cuando el borde o extremo inferior del envase *doy pack* no está bien cerrado por lo que es posible que ocurra derramamiento del producto y problemas de pérdida. Este problema se origina por defectos de fábrica y del proveedor que proporciona los envases para el proceso.
- Etiquetado: se refiere a la mala colocación de la etiqueta con la marca del producto que contiene información del mismo y fecha de vencimiento. La etiqueta debe ir en el centro del envase *doy pack* pero en ocasiones por errores del operario se coloca muy arriba o muy abajo. Este no es un defecto tan perjudicial como los dos anteriores pero que de igual manera debe dársele importancia, puesto que no se está presentando el producto al cliente con la especificación técnica esperada. Que la etiqueta no esté en su lugar, provoca desconfianza en el consumidor, puesto que puede suponer que el producto ha sido manipulado después de ser producido o que es un producto defectuoso.
- Deformación: defecto presentado cuando el producto ya terminado presenta una forma que no es la esperada o que tiene deformaciones en la parte del sellado. Esto ocurre principalmente por dos razones: por un sellado incorrecto, realizado en un ángulo que no es el adecuado con lo que la forma del sellado queda en un ángulo y no de forma complemente horizontal como debería. Otra de las razones causantes de la deformidad es que sobrepasan el nivel de llenado del envase, lo cual provoca que

quede abultado puesto que sobrepasa la capacidad de almacenamiento del envase.

El número de defectos encontrados y su distribución de acuerdo al tipo de defecto que pertenece fueron detallados y con sus respectivos cálculos realizados en el apartado 3.4.

A continuación, se muestra la tabla que se utilizó para la recolección de datos, concretamente para registrar que defectos y de que tipos fueron encontrados en el producto terminado para realizar un plan para aprovechar esta oportunidad de mejora.

Tabla XIX. **Formato para recolección de datos**

Grupos	Inspecciones	Sello superior	Sello inferior	Etiquetado	Deformación
1	10	-	-	-	-
2	20	-	-	-	-
3	20	-	-	-	-
4	20	-	1	-	-
5	5	-	-	-	-
6	5	-	-	-	-
7	5	-	-	-	-
8	15	1	-	-	-
9	15	-	-	-	2
10	10	-	-	-	-
11	15	-	1	-	-
12	5	-	-	-	-
13	5	-	-	-	-
14	20	-	1	-	-
15	10	1	-	-	-
16	10	-	-	1	-
17	20	-	-	-	-
18	5	-	-	-	-
19	10	-	-	-	-
20	10	-	-	-	-
21	15	-	-	-	-
22	10	-	-	-	-
23	15	-	-	-	-
24	10	-	-	-	-
25	15	-	-	-	-
Total	300	2	3	1	2

Fuente: elaboración propia.

4.3. Analizar

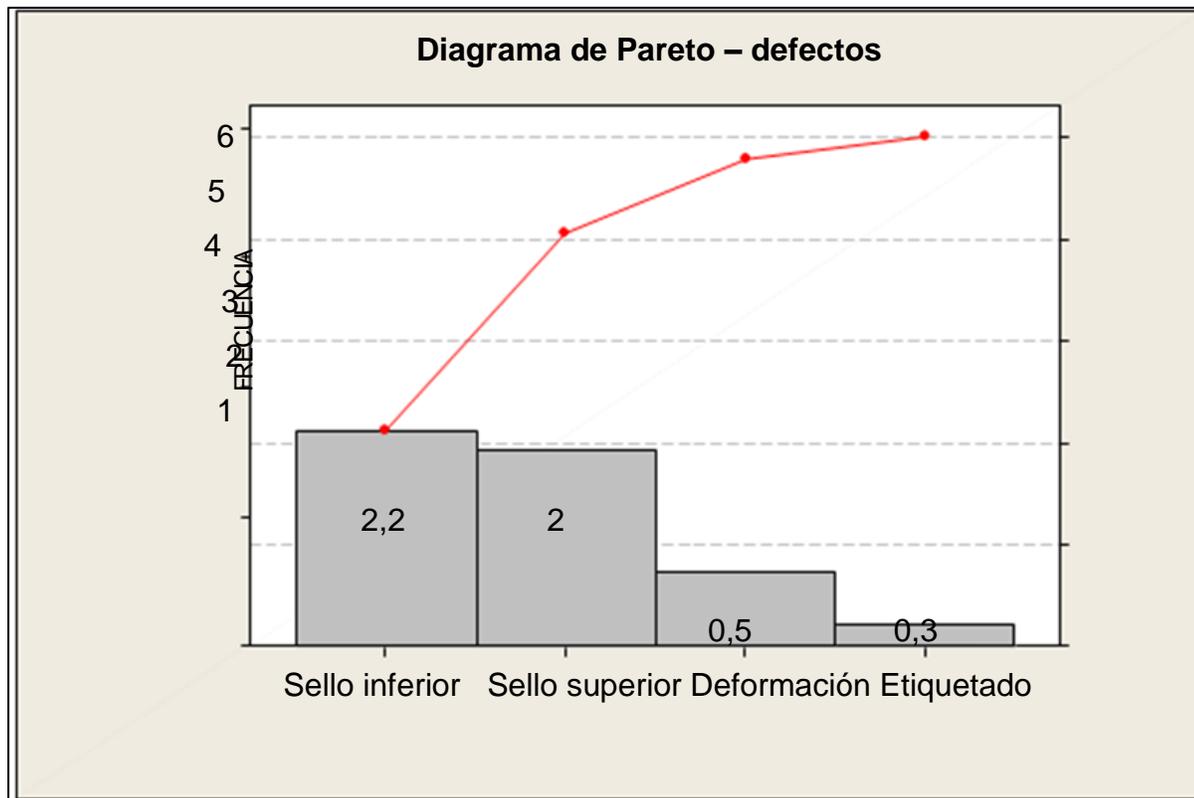
En esta etapa del DMAIC, se debe analizar la información recopilada en el apartado anterior por medio de pruebas estadísticas con el objetivo de priorizar las variables del proceso. Para lograr determinar las causas raíz de los defectos y oportunidades de mejora, es importante conocer también cuáles de estas variables son vitales en el proceso; es decir, cuáles causan mayor variabilidad significativa y cuáles de estas, no. Cabe mencionar que en la fase analizar, se plantean las mejoras que se llevarán a cabo en la fase posterior de la metodología, pero para esto debe haber un estudio preciso de los datos que se encontraron y lo más importante es hacer una interpretación correcta de la situación y de cómo está y cómo se mejorará.

Posteriormente, se valoran las oportunidades o variables de mejora, de acuerdo a su importancia para el cliente y se identifican y validan las causas de su variación.

4.3.1. Análisis de los datos y el proceso

Luego de realizar la compilación de los datos y usando el diagrama de Pareto como herramienta estadística para presentar e identificar los defectos encontrados en el proceso y que se consideran importantes para su análisis, se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 19. Diagrama de Pareto



Fuente: elaboración propia.

La anterior gráfica sirve para ver de forma ilustrada como están distribuidos los defectos que conllevan un desperdicio por reproceso o bien, desecho total del producto. El análisis correspondiente se llevará a cabo a partir de estos datos obtenidos en las etapas anteriores.

Basándose en la gráfica anterior, es posible decir que los defectos relacionados al sellado (ya sea sello superior, sello inferior o deformación) son los defectos más relevantes referentes al proceso de envasado de kétchup y frecuentes, aunque también el defecto en el etiquetado se presenta con cierta regularidad y es importante tomarlo en cuenta. El establecimiento de las

variables que afectan los procesos es la razón por la que se realizó la identificación de las causas raíces.

Esta identificación de causas se realizó por medio de observación directa al proceso; además de lluvias de ideas de las personas que interactúan diariamente en el proceso. De esta manera se presentan los cuadros de identificación de causas en los que se describen las variables que influyen en la ocurrencia del defecto estudiado; además de métodos que permitan determinar qué tan responsable o importante es la variable para el proceso; muestra en definitiva cuáles son las variables que podrían estar afectando en mayor o menor proporción el proceso.

Teniendo en cuenta la gráfica, se realizará la identificación de causas para los dos defectos más importantes: los problemas de sellado y el problema que se presenta con su mala formación; y el otro defecto: el de las etiquetas; para esto se evaluarán las variables para cada uno de los casos. De esta manera se realizaron pruebas estadísticas que ayudaron a determinar la proporción en la que cada una afectaba el proceso.

Tabla XX. **Identificación de causas - sellos**

Identificación de causa			
Lista de causas			
Categoría	Causas	Descripción	Método de análisis
Material	Envase	Estado del material del envase	Observación directa
Mediciones	Temperatura	Temperatura de la selladora manual	Prueba de % de defectuosos
Mediciones	Velocidad	Velocidad de envasado programada	Prueba de hipótesis
Máquinas	Empaques	Vida útil de los empaques y calidad de repuestos	Análisis del proceso
Máquinas	Reparaciones	Daños repetitivos	Diagnóstico del proceso
Máquinas	Componentes	Repuestos genéricos	Diagnóstico del proceso
Máquinas	Mantenimiento	No cumple con el plan de mantenimiento	Diagnóstico del proceso

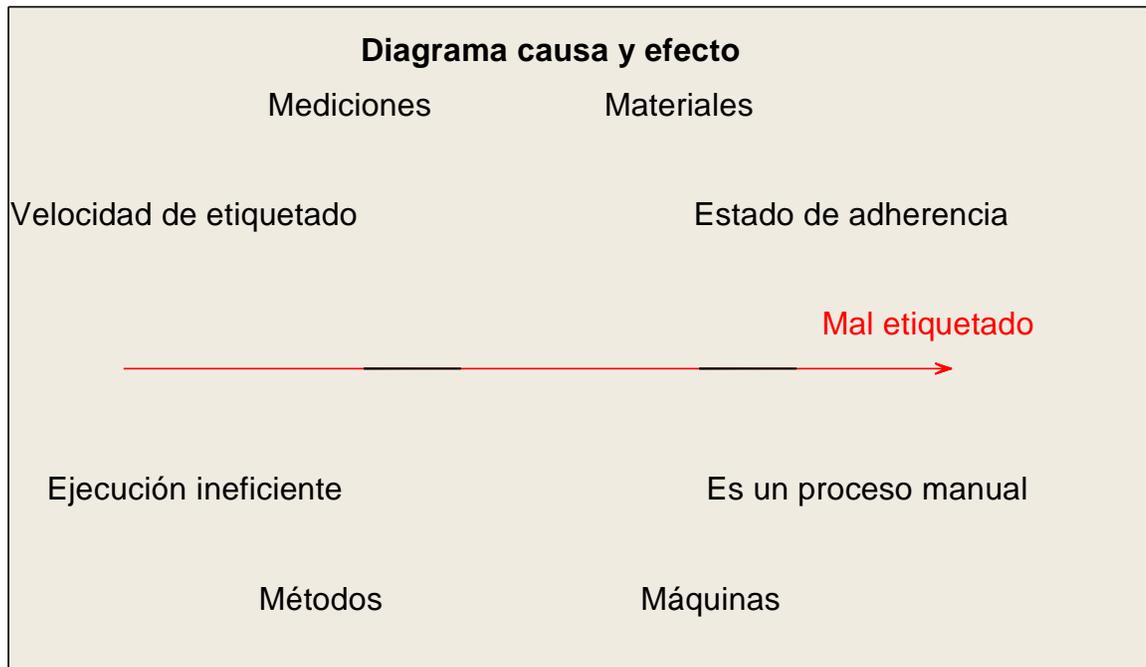
Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Identificación de causas - etiquetado**

Identificación de causa			
Lista de causas			
Categoría	Causas	Descripción	Método de análisis
Material	Etiqueta	Estado de las etiquetas	Observación directa
Mediciones	Adhesivo	Estado de adherencia de las etiquetas	Prueba de % de defectuosos
Mediciones	Velocidad	Velocidad con que se realiza el etiquetado	Prueba de hipótesis

Fuente: elaboración propia.

Figura 21. **Diagrama de causa y efecto**



Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Identificación de posibles causas

La línea de producción del área de envasado de kétchup no ha alcanzado el rendimiento que debería y presenta demasiados desperdicios, ya que cuenta con diversos factores que han impedido que se logre trabajar de una manera eficiente; a continuación, se detallan las posibles causas que lo provocan:

El análisis que se realizó fue utilizado para comprobar de qué manera afecta el envase y la calidad de este al sellado superior e inferior. Para llevar a cabo este análisis se recolectó información de la cantidad de defectos que se generaban en el proceso de envasado de kétchup. Se tomó en cuenta que en esta misma máquina se lleva a cabo también el envasado de los distintos aderezos que la empresa produce, pero en estos no se presentaban problemas ni defectos en sellado, aunque, cabe destacar que el envase usado no es el mismo, puesto que el sello superior no se realiza con la máquina selladora sino que es un sello por presión únicamente. Esta recolección de datos se realizó por intervalos de media hora, durante 5 días, se obtienen una muestra de 25 grupos. La finalidad, es comprobar que tanto influye el material en la presencia de los defectos.

Siguiendo con el análisis de las variables establecidas anteriormente y teniendo en cuenta los comentarios del operador de la máquina, los ayudantes, mecánicos, supervisores del área quienes por medio de su experiencia en el área ayudaron a evidenciar que la mayor cantidad de causas y/o variables se desarrollan alrededor del funcionamiento o manejo de la máquina selladora: reparaciones temporales, daños en los componentes de la máquina, subutilización de empaques y partes, etc., convirtiéndose así en los factores más influyentes en la ocurrencia de las pérdidas y desperdicios

durante el proceso de producción y que provienen más puntualmente del mantenimiento y manejo que se le da a la máquina.

La oficina de producción es la encargada de la realización del programa de mantenimiento preventivo para las máquinas productivas de la organización, pero este programa de mantenimiento pocas veces se cumple, lo que genera que el mantenimiento que se realiza en la empresa sea en el mayor de los casos, correctivo y no preventivo como el programa establece. Teniendo en cuenta que es una máquina de uso diario y, por lo tanto, presenta un desgaste importante, debe seguirse el programa de mantenimiento preventivo en referente a empaques y demás accesorios; también, se debe realizar una limpieza profunda de la máquina para eliminar cualquier residuo de plástico que pueda interferir con su funcionamiento óptimo.

Sumado a lo anterior, también, como mínimo una vez al mes, debe realizarse una evaluación y/o revisión mecánica y eléctrica de la máquina, con el fin de prevenir cualquier tipo de falla ya sea de descalibración (falla mecánica) o que no caliente a la temperatura que debería (falla eléctrica). Las consecuencias de que no se cumpla puntualmente con el programa de mantenimiento en las fechas estipuladas (ya que generalmente las revisiones se realizan en los casos donde se presentan fallas) son una disminución de la calidad, paros en la producción, aumento de desperdicios.

El factor de mantenimiento influye directamente en que se presenten problemas con el cambio de repuestos, empaques o que se realicen las reparaciones comúnmente denominadas 'apaga incendios', que en muchas ocasiones son las principales causantes de daños mucho mayores en las máquinas. Un problema importante que afecta el sellado superior es desgaste

de la prensa que realiza el sellado superior del envase esto se debe a una incorrecta limpieza que provoca una acumulación de residuos de plástico y que no permite que la máquina selladora funcione de forma adecuada; también, afecta que se utilizan componentes o repuestos que no son los indicados, con el propósito de continuar el proceso de producción; esto produce desperdicios de material y materia prima, debido a la calidad del producto terminado; además de paros innecesarios en la producción para realizar las reparaciones temporales que son realizadas a la máquina.

Otro de los factores que trae consigo la falta de cumplimiento del mantenimiento correctivo es que los operadores tienen que ajustar el equipo para lograr llevar a cabo sus labores diarias. Uno de los problemas con esto, es que los operadores tienen una forma muy diferente de ajustar el equipo para los mismos problemas y fallas que presenta la máquina; esto trae como consecuencia mayor desajuste de equipos y, por lo tanto, incremento del desperdicio ya que no existe una estandarización para ajustes de la máquina.

Una de las razones para justificar el uso de repuestos genéricos en detrimento de los originales, tiene que ver con el costo de mantenimiento en el que se incurre (dado que los repuestos originales son más caros que los genéricos). Lo que ocurre con esto es que las piezas y componentes usados para el mantenimiento de la máquina se les realizan adaptaciones de manera que cumplan con las necesidades, permitiendo continuar con la programación establecida para la producción.

Con lo anteriormente mencionado, se destaca la importancia de establecer las medidas preventivas pertinentes que minimicen la ocurrencia de mantenimientos correctivos en la máquina, procurando la disminución de demoras y eliminación de defectos.

Además del mantenimiento como una de las principales causas de los defectos, existen otras que provocan una pérdida por desperdicios: falta de tablero visual que permita a la línea saber cómo va la producción hora a hora o comparar la producción contra el estándar; desorden y falta de estandarización en la línea de producción, lo que provoca mayores tiempos muertos por buscar algún herramental o refacción para realizar un trabajo cuando se requiere; línea desbalanceada ya que no existe toma de tiempos de actividades; poco sentido de pertenencia por la línea por parte de los operadores y auxiliares.

Después de identificar las causas, se procede en el siguiente apartado a determinar que las provoca.

4.3.3. Determinación de las causas

Durante el análisis que se realizó para conocer las posibles causas que generaban una baja eficiencia y un alto desperdicio en la línea de *doy pack* los siguientes puntos:

- Baja eficiencia
 - Tiempos muertos en la máquina debido a paros constantes del equipo, ya que por falta de mantenimiento predictivo al equipo tiene fallas constantemente.
 - Entregas de turno ineficientes.
 - Falta de operadores capacitados y entrenados adecuadamente.

- Inapropiada planeación, ya que se tienen corridas de producción excesivas o insuficientes.
- No se registra la producción por hora para conocer el desempeño.
- Falta de sentido de pertenencia y motivación por parte de operadores y auxiliares.
- Falta de trabajo en equipo debido a que no se han formado los mismos.
- Carga excesiva de trabajo debido al cumplimiento del programa de producción en su totalidad.
- Alta desperdicio
 - Equipo detenido constantemente, por lo tanto, la línea desperdicia tiempo valioso en el que podría producirse. Esto es provocado por el tiempo que se tarda en arrancar de nuevo el equipo.
 - Falta de estandarización en los ajustes de la máquina, ya que cada operador ajusta el equipo de diferente manera.
 - Falta de análisis en los ajustes por parte del operador, no hacer ajustes solo porque sí.
 - No se mide el desperdicio por hora ni se cuenta con una meta de desperdicio mínimo en la línea.

- Falta de sentido de pertenencia por parte de los operadores en el área de envasado.

4.4. Mejorar

En esta etapa de la metodología DMAIC, se desarrollan, implementan y validan alternativas de mejora que se desencadenan de los análisis realizados en la etapa anterior se lleva a cabo mediante el planteamiento de diversas alternativas de solución que permitan mejorar el desempeño del proceso, dando lugar a la disminución en la ocurrencia de errores producidos por la intervención de las variables antes mencionadas.

Planteadas y definidas las mejoras tentativas incluidas en el plan de implementación dentro del proceso, son ejecutadas de en el modelo de un plan piloto, permitiendo así, verificar la efectividad en la mejora, dando espacio para realizar modificaciones a lo planteado si es necesario.

4.4.1. Identificar posibles soluciones

En el proceso de envasado de ketchup se evidenciaron varias causas que provocan desperdicio y, por lo tanto, varias oportunidades de mejora. Una de las oportunidades de mejora, está relacionada con la no conformidad por sellado superior; al analizar la temperatura se determinó que es una de las causas para que se produzcan este tipo de defectos. La temperatura a la que se obtienen mejores resultado es cuando la máquina selladora manual está funcionando en óptimas condiciones y trabajando acorde a sus especificaciones técnicas.

La máquina selladora cuenta con 8 niveles de temperatura ajustables, para el envase *doy pack* se ha determinado que el nivel adecuado y que presenta los mejores resultados es cuando se encuentra en el nivel 3 o en el nivel 4; a continuación, se muestra una tabla en la que se muestran los datos obtenidos y los efectos y defectos que se presentan de acuerdo a la escala de temperatura en la que se sitúa la máquina selladora:

4.4.2. Optimizar el proceso

Mediante ciertas acciones que se establecen como las viables para su aplicación se pretende optimizar el proceso y conseguir una reducción de desperdicios que resulte en un aumento en la productividad. A continuación, se describen estas mejoras.

- **Mantenimiento**

Uno de los principales problemas que provoca los altos desperdicios presentados en el área de envasado de ketchup, se debe a que las máquinas (tanto la de envasado como la selladora) no reciben el mantenimiento que debieran y esto causa constantes paros para realizar reparaciones sobre la marcha en la máquina de envasado o reprocesos o desecho total del producto por un sellado defectuoso.

Basándose en los pilares del mantenimiento productivo total, se propone la realización de las siguientes actividades para el mejoramiento del rendimiento de la máquina:

- Plan de mantenimiento preventivo: se propone establecer un cronograma de mantenimiento por medio del cual de manera

permanente se realice la revisión de la máquina, conocer el estado de los componentes y establecer las especificaciones mínimas permitidas por el área de mantenimiento y producción que determinen la funcionalidad de las partes; con el objetivo de intervenir en todos los componentes de manera periódica, teniendo en cuenta la vida útil de cada, las recomendaciones del fabricante y las condiciones de uso específico que se le da a la máquina.

A continuación, se presenta un formato en el que se debe registrar la frecuencia, las condiciones en las que se encuentra la máquina, el tipo de intervención que esta requiere y el cumplimiento del mantenimiento realizado.

Tabla XXII. **Plan de mantenimiento preventivo**

Plan de mantenimiento preventivo					
Nomenclatura					
Frecuencia: anual (A) - semestral (S) – trimestral (T) – mensual (M) – semanal (Se) – diario (D)					
Tipo de trabajo: eléctrico (Elec) - mecánico (Mec) – orden y limpieza (OyL)					
Máquina: selladora					
Componente	Frecuencia	Tipo de trabajo	Nombre del técnico	Duración estimada (H)	Observaciones

Fuente: elaboración propia.

- Plan de mantenimiento autónomo: este plan de mantenimiento depende principalmente del conocimiento y el manejo del

operador sobre la máquina; de esta manera, en coordinación con el área de mantenimiento de la empresa, es importante realizar capacitaciones al personal del proceso de envasado, que les permitan realizar de forma concreta operaciones específicas relacionadas con el mantenimiento de la máquina y la realización de trabajos de mantenimiento liviano; de esta manera se evitarán paros innecesarios del equipo y demoras en el proceso ocasionados por la disponibilidad de técnicos especializados. Este mantenimiento autónomo debe ir de la mano con un programa de orden y limpieza, por medio de inspecciones preventivas en el área de trabajo que garantice óptimas condiciones de operación en la máquina.

- Plan de mantenimiento progresivo: con este plan de mantenimiento se busca establecer una negociación con el proveedor directo de este tipo de maquinaria, encaminada a la mejora progresiva del equipamiento de la máquina, a través de acciones de mejora correctivas y preventivas; en donde se realicen estudios de viabilidad, financieros y rentabilidad por los resultados obtenidos.
- Revisión exhaustiva: realizar una revisión exhaustiva de los componentes mecánicos de la máquina, con el propósito de evaluar la posibilidad de hacer uso óptimo de la máquina, es decir, utilizarla al 100 % de su capacidad de producción, que hace el proceso mucho más productivo y rentable.

- Capacitación

Otro de los principales factores que causan desperdicio es la falta de personal capacitado, que puedan desempeñar sus labores de manera eficiente, correcta y sin cometer errores que repercutan en reprocesos o desechos de producto que afectan la productividad.

La propuesta de mejora en este apartado es definir un plan de capacitaciones constantes hacia todo el personal operativo en distintas áreas de interés que harán que desempeñen las distintas actividades de mejor manera. El departamento de recursos humanos es el encargado de planificar, organizar y definir al profesional encargado de facilitar la capacitación, con conocimientos en el tema a impartir. Debe existir un registro de las conferencias y/o capacitaciones impartidas para llevar su control y para futuras evaluaciones del cumplimiento del programa de las capacitaciones.

A continuación, se presenta un formato donde se debe registrar la capacitación impartida, quién la facilitó, la fecha y la asistencia de los trabajadores:

Tabla XXIII. **Registro de capacitaciones**

Registro de capacitaciones		
Tema:		
Capacitador:		
Fecha:		Hora:
Departamento:		
Autorizado por:		
Nombre	Cargo	Firma

Fuente: elaboración propia.

Este es el formato sugerido para llevar un control de las capacitaciones y de los asistentes. Debe anotarse la información que se solicita antes de que se realice la capacitación.

4.5. Control

Un proceso de producción contiene diversos factores y orígenes de variación. Los factores que están presentes como forma natural se conocen como 'causas comunes de variación' y son el resultado del diseño del proceso y del sistema de producción. Estas causas comunes representan

aproximadamente la totalidad de la variación obtenida en un proceso. La variación obtenida de fuentes que no son inherentes a un proceso, se conocen como 'causas asignables de variación' y representan aproximadamente la minoría del total de variación obtenida.

4.5.1. Documentación de la mejora

Tras validar que la implementación de las mejoras en el proceso funciona, en esta fase del ciclo se establecen métodos de control con el objetivo de mantener los resultados, de manera que no se generan variaciones que afecten la calidad del producto. Para prevenir que la solución sea temporal se propone la aplicación de los siguientes controles según las variables que afectan el proceso y de documentar el nuevo proceso y su plan de monitoreo.

En el proceso de producción estudiado las variables más importantes y críticas son:

- Temperatura de la máquina selladora
- Mantenimientos
- Procedimientos de trabajo
- Cumplimiento de las 5S
 - En cuanto al control de la temperatura de la máquina de sellado, sería recomendable la instalación de un sistema mecánico que impida que de forma accidental o intencional se cambie a una escala de temperatura que no sea la adecuada para sellar el empaque *doypack* con el que se está trabajando.

- Para el aseguramiento del mantenimiento, se establece un programa de inspección quincenal, en el que se verifique que las actividades programadas en la máquina se realicen. La importancia de este programa radica en que, al ser actividades rutinarias y ejecutadas antes, durante y/o después del proceso de producción por el operador de la máquina, requieren una mayor supervisión por parte de los jefes inmediatos para procurar no perjudicar el normal funcionamiento de la máquina.

- Para el aseguramiento de la continuidad de la correcta ejecución de los procedimientos de trabajo, se establece un programa de verificación y discusión del cumplimiento con los procesos establecidos en una reunión mensual con el supervisor de producción, el jefe de producción y el jefe de planta. En esta reunión se registra el cumplimiento de las actividades por parte del personal y de todos los procedimientos.

A continuación, se presenta un modelo de formato de control para analizar el cumplimiento de las actividades y los procedimientos:

Tabla XXIV. **Modelo de formato para control de procedimientos**

Control del cumplimiento de los procedimientos			
Fecha:			
Tema principal:			
Procedimiento:			
Producto	Área de trabajo	Jornada de trabajo	Observaciones

Fuente: elaboración propia.

- Para mantener las mejoras que se establecieron respecto a 5S se diseñó un estándar visual de las áreas de la línea de *doy pack*, donde principalmente se muestra el estado ideal de la línea en cuanto al orden y la limpieza, con la finalidad de que cualquier persona de la línea mantenga este estándar. Además, facilita las inspecciones de los supervisores, los jefes de producción, etc., al tener un parámetro de comparación.

A continuación, se muestran las áreas claves de la línea, en las cuales es primordial que se tenga una correcta implementación de las 5S, ya que cualquier desviación puede poner en riesgo la inocuidad del producto fabricado, así como la penalización en la calificación en las auditorías entre turnos.

Además, se realizó un formato para generar auditorías entre turnos para asegurar y mantener las 5S dentro de la línea de *doy pack*. La evaluación va

desde 0 puntos hasta 3 puntos por criterio; la máxima calificación es de 66 puntos. A continuación, se muestra dicho formato de auditorías.

Tabla XXV. **Formato para auditorías 5S**

Check List 5S semanal				
Fecha:	Puntuación anterior:		Turno auditado:	Nueva puntuación:
	Evaluado por:		Área:	
<i>Seiri-separar Seiso-ordenar Seiton-limpiar Seiketsu-estandarizar Shitshuke- sostener</i>				
Descripción				Puntos
No hay evidencia del cumplimiento de las 5S				0
Hay algunos ejemplos del cumplimiento de las 5S				1
Los estándares de 5S se aplican con frecuencia				2
Las 5S se aplican y se cumplen correctamente				3
Núm.	5S	Categoría	Criterio	Puntuación
1	1S Separar	Producción	Separación de mermas.	
2		Documentos	Existe documentación, carteles o anuncios en las paredes.	
3		Equipos	No hay piezas sueltas, tuercas, tornillos, empaque dispersos en el lugar.	
4		Equipos	No existen tuberías, equipos, cableado eléctrico que no se usan, rotos o anticuados.	
5		Producción	No hay objetos innecesarios por encima o debajo de la mesa de trabajo.	
6	2S Ordenar	Seguridad	Documentación organizada en escritorios y carpetas.	
7		Documentos	La información necesaria (ficha técnica, fórmula, etc.) está disponible y de fácil acceso.	
8		General	Interiores y zonas de paso despejadas y bien definidas.	
9		Equipos	Herramientas y/o equipos de limpieza en su lugar.	
10		General	Pasillos, líneas sanitarias, limpias e higiénicas.	
11	3S Limpiar	Producción	Paredes y ventanas limpias	
12		Producción	Materiales de limpieza limpios y organizados en su lugar.	
13		Producción	Áreas de producción libres de basura, polvo, y objetos esparcidos en el piso.	
14		Seguridad	No hay fugas de agua, lubricantes, tinta o algún otro líquido en el piso.	
15		Equipos	Equipo limpio por fuera e internamente.	
16	4S Estandarizar	Ropa	Uniformes y equipo de protección limpio y usado adecuadamente.	
17		Producción	Pizarrón de apuntes limpio y actualizado.	
18		Equipos	Equipos y líneas de producción correctamente identificados.	
19		Producción	Contenedores de basura identificados y no excesivamente llenos.	

Continuación de la tabla XXV.

20		Producción	Los objetos situados en el lugar que les corresponde.
21	5S Sostener	Formatos	Llenado correcto del reporte de productividad.
22		Puntaje	Puntuación objetiva.
Total (de 66)			

Fuente: elaboración propia.

La herramienta del estándar visual de las 5S sumada al formato para realizar auditorías será la documentación para el aseguramiento y el control de la continuidad del desarrollo de la técnica 5S. Las auditorías visuales deben realizarse diariamente, porque son más rápidas de ejecutar (aunque también son menos específicas) esto con el fin de que las 5S reporten una forma de cultura organizacional y que debe llevarse a cabo de forma diaria. La auditoría con el formato *check list* debe realizarse semanalmente, porque es más específica y requiere de más tiempo; además, realizar las inspecciones visuales hará que se cumpla sin problemas los criterios establecidos en este formato. Los resultados obtenidos en estas auditorías semanales se discutirán en la reunión mensual en la que se analizan como han ido los resultados en las distintas áreas de interés.

5. MEJORA CONTINUA

En los proyectos, incluyendo aquellos de *six sigma*, el seguimiento es considerado por muchos un proceso casi externo al proyecto. Sin embargo, el seguimiento es probablemente la parte más importante en la implementación. No es sino hasta que se llevan controles y mediciones de los sistemas establecidos y su desempeño, la moral de los trabajadores y otros aspectos, que los marcadores e indicadores entran a trabajar y tener significado, después de la implementación del sistema. Es por eso que se debe llevar un control de la manera como se comporta el proceso después de implementada la mejora.

Las herramientas estadísticas que pueden utilizarse en esta etapa pueden ser varias: los gráficos de control que proporcionan ayuda para revisar la variabilidad del proceso; las gráficas de corrida que muestran el comportamiento del proceso a través del tiempo, etc.

Toda la inversión de tiempo, dinero y trabajo puede perderse en su totalidad si los responsables no se aseguran que los procesos y las medidas implementadas se cumplan y se mantengan. Adicionalmente, no será sino hasta que se haya implementado el sistema que aparecerán algunos defectos y desperdicios que anteriormente se escondían detrás de problemas más grandes. A diferencia de un seguimiento tradicional, para *seis sigma* este proceso no se limita únicamente a auditorías a nivel de jefatura o departamentos de calidad. El proceso de seguimiento va mucho más allá de analizar datos y mantener los procesos. El seguimiento deben realizarlo todas las personas involucradas, tomando propiedad de los proyectos; es decir, haciéndose dueños de los mismos, considerándolos como propios. La

autonominación (auditoría de sí mismos por medio del sistema autónomo de control de defectos) es también parte esencial del seguimiento, pues permite que todos los trabajadores eviten los desperdicios y defectos en forma temprana, y no tener que esperar a que el jefe se percate cuando estos se hayan acumulado. Esto permite, que no solo se alcancen las metas propuestas, también que los trabajadores se sientan orgullosos de sus logros y se comprometan más con su trabajo. se define entonces el seguimiento como el conjunto de procesos permanentes y persistentes, por medio de los cuales todas las partes involucradas en la implementación del sistema seis sigma mantienen un constante monitoreo de los indicadores de desempeño y realizan los ajustes o mejoras necesarias para eliminar los desperdicios y defectos.

5.1. Análisis de cumplimiento de objetivos

En el momento cuando se ha concluido el desarrollo del proyecto, se debe determinar si se llegó a la situación lo cual sería considerada como el éxito del mismo. Los proyectos de seis sigma se pueden volver a tomar y revisar al cabo de un tiempo, con el fin de determinar si la mejora aún se mantiene, si existió un cambio drástico en el proceso que afecte el proyecto o si existen nuevas oportunidades de mejora en el proyecto.

Los indicadores de desempeño de la planta ahora se complementan con indicadores de tiempo e indicadores del desempeño: defectos por millón de oportunidades, procesos críticos bajo control, grado de estandarización del producto, nivel de innovación en nuevos productos, porcentaje de operaciones incluidas en celdas de manufactura, distancias de viaje de los materiales, días e inventarios en proceso y en producto terminado, etcétera.

5.2. Diferencias entre el proceso actual y el proceso propuesto

De los resultados al analizar la cronología del comportamiento del proceso se puede determinar el desempeño que tiene el proceso con el tiempo y de esta manera establecer si existe una diferencia significativa con sus objetivos. Si existe esta diferencia, entonces se debe determinar la razón y la manera de corregirlo. Las actividades que producen valor añadido en una organización y qué con la implementación de seis sigma se ven mejoradas se dividen en dos tipos de tareas y son las siguientes:

- Las actividades primarias que conforman la creación física del producto. Estas actividades se relacionarán con su venta y la asistencia postventa. Se dividen en:
 - Producción
 - Logística interna
 - Logística externa
 - Ventas
 - Servicios postventa

- Las actividades secundarias que apoyan a las actividades primarias:
 - Infraestructura
 - Recursos humanos
 - Investigación y desarrollo
 - Compras

Para cada actividad de valor añadido han de ser identificados los generadores de costes y valor. La cadena de valor enseguida se puso en el

frente del pensamiento de gestión de empresa como una poderosa herramienta de análisis (debido a la mejora representada en la aplicación de la metodología seis sigma) para la planeación estratégica. Su objetivo último es maximizar la creación de valor mientras se minimizan los costos. De lo que se trata es de crear 'un valor final' para el cliente, lo que se traduce en un margen entre lo que se acepta pagar y los costos incurridos.

5.3. Factores para mantener el proceso eficiente

A continuación, se presentan los factores que pueden mantener el proceso eficiente.

5.3.1. Capacitación continua

La capacitación continua contribuye a desarrollar el talento y mejorar el desempeño profesional de cada persona a través de novedosas soluciones y programas. Se propone un curso que le permita al trabajador ponerse al tanto de las nuevas tendencias de su puesto de trabajo. Se recomienda brindar capacitación a los trabajadores en los siguientes temas:

- Trabajo en equipo: sirve para crear un compromiso, elevar la mentalidad colectiva y conciencia de trabajo y espíritu de equipo.
- Valores: desempeñarse laboralmente con base en los principios de la ética laboral.
- Resistencia al cambio: desarrollar el deseo de enfrentar el cambio positivamente.

- Control de producción: comprender la importancia de llevar controles como impulsores de la mejora en la producción.
- Comunicación efectiva: desarrollar la habilidad de la comunicación de manera eficiente, positiva y de la misma manera entender la forma en la que los demás se comunican.
- Liderazgo: identificar los principios y conceptos básicos relacionados con el liderazgo, además los distintos tipos, características, virtudes y potenciar cada una de ellas.
- 5S: importancia del orden y la limpieza para generar un ambiente de trabajo más agradable además de realizar las tareas de una manera más eficiente mediante la mejora de movimientos eficientes y reducción de movimientos no eficientes.

5.3.2. Evaluación continua

La evaluación continua es una forma de valorar progresivamente el aprendizaje del trabajador. Además, da la posibilidad de que se motive al empleado continuamente; no hay cosa más traumatizante que nunca se sepa cuál es el resultado en cualquier evaluación de la capacitación, por lo tanto, de que el estudio sea realimentado por un seguimiento individualizado por parte de los supervisores de cada área de producción.

Como es de esperarse, este proceso está constituido por un conjunto de evoluciones (teóricas y prácticas) que se proponen a lo largo de la aplicación de la mejora continua; para que el trabajador pueda participar de este proceso de evaluación, pero siempre ofreciendo su resultado lo más cercano posible a la

fecha de realización de la evaluación (que debe estar previamente planificada y notificada al máximo rango de la empresa), todas las evaluaciones deben ser de manera individual.

Mediante este sistema de evaluación, surge la consideración de la capacitación y/o entrenamiento como un proceso de perfeccionamiento y optimización, desde luego, con el conocimiento de una situación inicial con él diagnóstico; se pretende lograr cambios permanentes y eficaces en la conducta de los empleados.

Los cambios aparecerán como fin del proceso de aprendizaje; para conocer su avance y cambio, se basará en los indicadores propuesto durante la aplicación de la manufactura esbelta. Dichos indicadores se deben establecer en etapas, metas y objetivos, cuyos logros medidos acondicionarán la calificación de cada colaborador dentro de la empresa.

Al conocer los logros de los objetivos intermedios permitirá conocer los logros intermedios de las diferentes unidades del área de producción y en su caso diseñar o establecer correcciones y ajustes en cada una de las etapas del proceso de aprendizaje de mejora. Hay que tomar en cuenta que la evaluación adquiere cada día mayor relevancia en los procesos y acciones de capacitación-entrenamiento, al constituir en sí misma un proceso, o subsistema, que afecta en todos los sentidos al que se desarrolla hacia el logro de los objetivos de la empresa.

No puede existir, como se afirma varias veces en este trabajo de graduación, sistema de aprendizaje sin mecanismos de *feedback*, o lo que es lo mismo, sin evaluación continua. Por esta razón, cada día con más fuerza, los supervisores, jefes de área de todos los niveles y áreas de la empresa, deben

prepararse para ser evaluadores, aprendiendo y comprendiendo la importancia que el problema posee en el marco de cualquier acción formativa que correspondan al apoyo de la mejora de cada parte de la organización. Por lo que la evaluación continua descansa en tres principios:

- La evaluación es una situación de aprendizaje
- La evaluación requiere un cambio de mentalidad
- La evaluación coincide con el proceso de aprendizaje

La evaluación permanente: si el aprendizaje se enfoca en función de una actitud dialogal y, por ende, cooperativa; en el planteamiento como en la ejecución de las experiencias de aprendizaje, se impone una evaluación permanente. Una estrategia metodológica efectiva requiere dos tipos de evaluación: una constante evaluación formativa que proporciona la información necesaria para individualizar la instrucción y detectar las deficiencias de aprendizaje en la capacitación y/o entrenamiento.

Una evaluación sumativa que proporciona información acerca de cómo han cambiado los alumnos con respecto a los propósitos del curso. El propósito primario de la evaluación sumativa es calificar a los empleados de acuerdo con su rendimiento, teniendo en cuenta los objetivos propuestos (evaluación como congruencia objetivos-resultados), de allí que su sentido real sea final.

La evaluación debe facilitar la toma de decisiones: la evaluación como actividad final reviste el carácter de fallo fiscal en sí misma; carece de valor orientador y motivador. El empleado no modificará su aprendizaje ante un plazo ni ante un deber ser más aplicado. Por el contrario, el conocimiento gradual y acumulativo de los empleados es un recurso de sondeo de la situación que provee información para emitir juicios y adoptar medidas de acción en

situaciones en las que hay que tomar decisiones. Una decisión es una elección entre alternativas y una situación de toma de decisiones entre un conjunto de alternativas.

La empresa vive a diario la necesidad de seleccionar entre posibles alternativas (ya sean objetivos, actividades de aprendizaje, recursos de evaluación, etc.). La evaluación formativa ofrece indicadores para la toma de decisiones en la capacitación y/o entrenamiento. Una oportuna decisión del grupo y/o supervisor, ya sea para volver a revisar lo planeado o reajustar los procedimientos de enseñanza, podrá dar elementos correctivos útiles.

- Auditorías de verificación de procesos

La auditoría es la actividad de verificación de un proceso o sistema de calidad (de la metodología seis sigma en este caso), para asegurar que se cumple con los requerimientos. Puede aplicarse a toda la organización o puede ser específica para una función o proceso. Además de la clasificación por el tamaño de la evaluación, la auditoría también puede clasificarse en interna o externa. Cuando es interna se refiere a que es ejecutada por la propia organización, y cuando es externa es realizada por un ente regulatorio en la materia del tema, por ejemplo, un organismo de certificación como ISO.

- Auditoría interna

Para garantizar que el sistema de mejoramiento de la calidad seis sigma se esté cumpliendo y que se llevan a cabo todos sus procedimientos, es necesario tener un plan de auditorías internas.

La propuesta es que sea una auditoría de procesos que se realice trimestralmente, y sea realizada por dos partes: la primera por el supervisor de producción del área y la segunda por los auditores internos de la empresa. A continuación, se detallan herramientas útiles que pueden servir para cumplir de manera sobresaliente estas tareas:

- Revisión de procedimientos: el objetivo de la revisión de los procedimientos del área es determinar si cumplen con las regulaciones aplicables. El auditor verifica que se hayan implementado los procedimientos requeridos por las regulaciones y normas aplicables, adicionalmente que estos procedimientos cumplan con todos los elementos específicos que pide la regulación.
- Seguir el flujo del proceso: una técnica de auditoría muy empleada es seguir el flujo de proceso. Por ejemplo, se puede seguir un proceso de manufactura, mediante un lote de producción, desde la etapa de compra de materiales: pasa por todas las diferentes etapas de manufactura y verifica el cumplimiento de sus respectivos requerimientos técnicos y regulatorios.
- Entrevistas: una herramienta, muy útil para las auditorías internas y especialmente cuando se trata de una metodología seis sigma que puede resultar confusa para ciertas personas, es la entrevista. Permiten verificar que las personas que trabajan en la organización entienden el proceso que ejecutan y el impacto que este tiene para la calidad del producto. Es recomendable que se utilicen preguntas abiertas pues permiten obtener más información.

- Auditoría externa

Es aquella realizada a petición de la organización a un ente regulatorio e independiente, normalmente con el objetivo de conseguir una certificación. En este caso la certificación que iría alineada con el tema en cuestión tratado en este trabajo de graduación es la ISO 9001. Six sigma e ISO 9001 son dos formas para que las empresas aumenten la calidad de su producto final. Six sigma es una filosofía de gestión que se centra en resolver todas las causas de los defectos para mejorar la calidad, mientras que la ISO 9001 es un conjunto de normas y certificaciones para el uso adecuado de un sistema de gestión de calidad. Six sigma se implementa y se rige internamente por completo, mientras que una certificación ISO 9001 requiere un proceso de auditoría externa.

La ISO 9001 es un conjunto mucho más amplio y complejo que requiere un cumplimiento de normas en toda la organización; la metodología seis sigma en el área de envasado de productos líquidos otorga importantes herramientas que pueden servir como base para replicarlas en las demás áreas y más adelante optar a que la empresa se certifique en un sistema de gestión de calidad, ya que una organización con este estatus, se encuentra más cerca de cumplir con los requisitos de sus clientes y suministrará más satisfacción.

- Indicadores

Son mediciones basadas en datos o criterios para evaluar el desempeño de una organización, sistema o proceso, también, la calidad de sus productos o servicios. Deben ser representativos, comprensibles, fáciles de obtener y útiles. Los indicadores en una organización deben ser fiables, es decir, en idénticas situaciones deben proporcionar el mismo resultado, y válidos, es decir, medir aquello que se quiere medir. Además, deben ser pocos para facilitar su seguimiento.

- Tipos de indicadores
 - Indicadores de eficacia: miden la manera como un proceso cumple sus objetivos. Un indicador importante perteneciente a este tipo y sería conveniente empezar a en Proseresa, sería el índice de aceptación del cliente. Sirve para conocer el porcentaje de fallos que se producen en relación con lo que el cliente espera del producto. Se calcula de la siguiente manera: número de fallas en pruebas de aceptación dividido por el número de requisitos probados por el cliente. La satisfacción del cliente va muy ligada a la calidad empresarial ya que ambos términos no se deberían entender el uno sin el otro. Para conocerla, es imprescindible generar vías para recibir retroalimentación tras la compra y ver qué se puede mejorar en este proceso.
 - Indicadores de eficiencia: mide el grado de utilización de recursos con los que cuenta la organización para la realización de sus tareas. Un indicador importante perteneciente a este tipo y sería conveniente empezar a utilizar en Proseresa, sería el OEE (eficiencia general de los equipos, por sus siglas en inglés). El OEE mide todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: disponibilidad, eficiencia y calidad. Se calcula multiplicando las tres razones porcentuales anteriores:

$$\boxed{OEE = disponibilidad * rendimiento * calidad}$$

La disponibilidad se establece como:

$$\text{Disponibilidad} = \left(\frac{TO}{TPO} \right) * 100$$

Donde:

- TPO = tiempo total de trabajo - tiempo de paradas planificadas
- TO = TPO - paradas y/o averías

La eficiencia se establece como:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{número total de unidades}}{(\text{tiempo de operación} \times \text{velocidad máxima})}$$

La calidad se establece como:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{unidades conformes}}{\text{total de unidades producidas}}$$

La interpretación de resultados del OEE es la siguiente:

- OEE < 0,65: inadmisibile
- 0,65 ≤ OEE < 0,75: regular
- 0,75 ≤ OEE < 0,85: aceptable
- 0,85 ≤ OEE < 0,95: buena
- OEE ≥ 0,95: excelente (*world class*)

CONCLUSIONES

1. Por medio de la metodología seis sigma, se consigue un mejor conocimiento de los procesos dentro de Proseresa; se identifican de esta manera oportunidades de mejora; al trabajar en estas se consigue incrementar la satisfacción de los clientes, incrementar la competitividad, estandarizar técnicas, y herramientas dentro de la organización, implantar la mejora continua, y se rentabilizan las inversiones.
2. Un proyecto de este tipo, no podría arrojar buenos resultados sino se cuenta con el compromiso total de la gerencia la encarga del manejo de los recursos y la toma de decisiones. Además, es vital crear conciencia en el personal involucrado en el proceso, creando una cultura de mejora continua que lleve diariamente a la empresa a la permanencia en el mercado de manera exitosa. El proceso de implementación de seis sigma en una organización comienza con la detección de la necesidad de mejora continua; seguido de esto se define el plan de implementación; el establecimiento de la estructura de seis sigma propiamente para la organización; la selección y capacitación del equipo de seis sigma y la selección de los proyectos de mejora continua. Durante todo este proceso podría necesitarse el asesoramiento y la capacitación de expertos.
3. Los factores que afectan la eficacia y efectividad de las líneas de producción en Proseresa (envasado de ketchup particularmente en este caso), son los tiempos improductivos, la velocidad de la maquinaria y la producción de unidades defectuosas.

4. El ciclo DMAIC es una herramienta que permite la administración de procesos, con la finalidad de mejorar continuamente sus objetivos, elimina las oportunidades de cometer defectos y rediseña los procesos si es necesario.
5. Mediante la propuesta de mejora en el empaque secundario, a un cambio en el uso de las cajas y la eliminación del separador interno de cartón, se presenta un ahorro aproximado de Q 1 200,00 por cada mil cajas.
6. Se intenta plasmar la metodología seis sigma a través del tiempo y asegurar su continuidad, gracias a un plan integral de capacitación y evaluación continua, con lo que se consigue que los empleados estén comprometidos y existe una cultura de mejora continua dentro de la organización.

RECOMENDACIONES

1. Para la implementación es importante la formación profesional del personal y así como su implicación total en los procesos que desarrolla; especialmente, el trabajo en equipo, para operar o en oportunidades de mejora de la operación. Se deben realizar constantes evaluaciones para asegurar la calidad del trabajador.
2. La implementación de la metodología seis sigma debe tomarse como una manera de apoyo a un sistema de gestión de calidad; es decir, un complemento que ayude a desarrollar de una manera más técnica los principios de trabajo en equipo, la medición y el control de procesos, la mejora continua.
3. El desarrollo de seis sigma debe incluir tres directrices principales: Diseño y rediseño de los procesos, mejora de procesos y su administración. Si uno de los enfoques mencionados anteriormente no se lleva a cabo adecuadamente, la metodología seis sigma estará incompleta y no conseguirán los objetivos planteados; en este caso, la reducción de productos defectuosos, por lo tanto, una disminución en los costos de producción.
4. Es conveniente para la organización, evitar producir un exceso de productos y reducir los reprocesos totales. Para lo anterior se recomienda aplicar seis sigma y las 5S para conseguir la reducción de defectos o errores para reducir el número de reprocesos. Para evitar la sobreproducción es vital la implementación de un sistema de pronóstico

más preciso; además, que se logre analizar constantemente la respuesta rápida a la demanda; ya que, el tiempo de respuesta rápida al cliente forma parte de la competitividad de la empresa.

5. Ahorrar en el empaque secundario, es una cantidad considerable: Q 1 188,08 por millar; aunado a que no presenta un cambio considerable en la presentación y no afecta la percepción de los clientes con el producto, se recomienda llevar a cabo este cambio.
6. Dar un seguimiento al proyecto y la implementación de la metodología seis sigma, con la finalidad de que se pueda mantener a través del tiempo. Para conseguir esto se propone crear una cultura de mejora continua, esto con un programa integral de capacitación y evaluación, que debe ser mejorado y analizado cada 6 meses.

BIBLIOGRAFÍA

1. CRUELLES RUIZ, José Agustín. *Productividad industrial: métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejor continua*. España: Malombo Editorial, 2012. 844 p.
2. GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto; DE LA VARA SALAZAR, Román. *Control estadístico de calidad y seis sigma*. México: McGraw-Hill, 2009. 502 p.
3. HERNÁNDEZ ESCALANTE VÁZQUEZ, Edgardo J. *Seis sigma metodología y técnicas*. México: Limusa, 2005. 435 p.
4. *Lean Manufacturing, paso a paso*. México: Grupo Editorial Norma, 2008. 348 p.
5. LOWELL JAY, Arthur. *Six sigma simplificado*. México: Panorama Editorial, 2003. 130 p.
6. SACRISTAN REY, Francisco. *Las 5S: orden y limpieza en el puesto de trabajo*. México: FC Editorial, 2005. 167 p.
7. VILLASEÑOR CONTRERAS, Alberto. *Conceptos y reglas de lean manufacturing*. México: Limusa, 2008. 262 p.

8. W. NIEBEL, Benjamín; FREIVALDS, Andris. *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. 12ª ed. México: McGraw-Hill, 2009. 614 p.