



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

Plan de mejoramiento en el proceso productivo de la salchicha Frankfuter de la empresa Carnidem Cia. Ltda., utilizando la metodología Seis Sigma.

Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial

Profesor Guía
Ingeniero Ángel Villablanca Luoni

Autores
Israel E. Naranjo Jaramillo
Roberto E. Salazar González

Año
2010

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con los estudiantes, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

Ingeniero Ángel Villablanca Luoni

CI: 1303536039

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

Israel E. Naranjo Jaramillo
CI: 0502841984

Roberto E. Salazar González
CI: 1802315703

AGRADECIMIENTO

Primero queremos agradecer a Dios por darnos la oportunidad de cumplir con esta etapa tan importante de nuestras vidas, y darnos la salud necesaria e iluminar nuestro intelecto para seguir adelante.

Agradecemos a las personas que forman parte de Carnidem Cia. Ltda. por habernos abierto las puertas y brindarnos el apoyo necesario para la realización del presente proyecto.

A nuestro director de tesis el Ingeniero Ángel Villablanca, por su permanente guía, su apoyo incondicional, y por compartirnos sus conocimientos.

A Miguel Flores por asesorarnos y aconsejarnos durante la realización de este proyecto con su tiempo y dedicación.

A todos nuestros profesores quienes participaron con esmero en nuestro perfeccionamiento y proceso educativo.

Muchas gracias,

Israel y Roberto

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto a mi familia, por estar siempre a mi lado dándome el amor necesario y ese apoyo incondicional sobre todas las cosas.

A mis padres que mediante su esfuerzo y su sabiduría han sabido encaminarme correctamente para poder culminar con esta etapa de mi vida.

También quiero agradecer a mis amigos y compañeros por su apoyo en los buenos y malos momentos.

Roberto Esteban Salazar González

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente proyecto a mis padres y hermanos, ya que con ilusión y amor han impulsado el que pueda cumplir con mis metas, por ser mi compañía y apoyo lo cual me da la fortaleza necesaria para seguir adelante.

También se los dedico a mis amigos por ser parte de mis vivencias y brindarme tan gratos momentos.

Israel Enrique Naranjo Jaramillo

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo tiene como objetivo mejorar porcentualmente la eficiencia y calidad de los procesos de la cadena de producción de salchichas Frankfuter, dentro de la empresa Carnidem Cía. Ltda. mediante la utilización de herramientas de la metodología Seis Sigma.

Este proyecto ha sido desarrollado en 5 capítulos:

La introducción, desarrollada en el capítulo 1, abarca el alcance del proyecto, así como la justificación y objetivos tanto principales como secundarios que se quieren alcanzar al finalizar este estudio.

En el capítulo 2, se hace una breve descripción de la organización, iniciando con la información general de la empresa, su gama de productos, una breve reseña histórica, y finalmente el direccionamiento estratégico que manejan.

Dentro del capítulo 3, se explican los conceptos y definiciones claves, que se utilizarán dentro del desarrollo de la tesis, así como las fases de la metodología Seis Sigma.

El capítulo 4, desarrolla paso a paso la aplicación de esta metodología, para lo cual se realizó un estudio previo de la situación actual de la empresa. En el desarrollo del proyecto se proponen ciertos cambios y pautas para mejorar el proceso productivo.

Y finalmente, en el capítulo 5 se presentan conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron a lo largo del proyecto, esperando así, contribuir con esta prestigiosa empresa a mejorar su desempeño en las áreas de producción de la Salchicha Frankfuter.

Executive Abstract

The present work aims to improve the efficiency and quality of the processes for the production chain of Frankfurter sausages, within the company Carnidem Cía. Ltda. using the tools of the Six Sigma methodology.

This project has been developed in 5 chapters:

The introduction, Chapter 1, covers the scope of the project, the justification and both primary and secondary objectives to be achieved at the end of this thesis.

In chapter 2, a brief description of the organization, starting with the Company general information, its products, a brief history, and finally the organization strategic management directives.

Within Chapter 3, key concepts and definitions to be used within the development of the thesis are explained, including the phases of the Six Sigma methodology and its uses.

In chapter 4, the phases of Six Sigma are developed step by step, in where a preliminary study of the current situation of the company was made. After developing this project, changes and guidelines for improvement in the production process were exposed.

And finally, in Chapter 5, we expose conclusions and recommendations that were obtained throughout the project, and therefore hoping to contribute to this prestigious organization in improving its performance in the production chain of Frankfurter sausage.

ÍNDICE

1	CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1	ANTECEDENTES	1
1.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.3	ALCANCE	1
1.4	JUSTIFICACIÓN	2
1.5	OBJETIVO GENERAL.....	2
1.6	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.7	METODOLOGIA A UTILIZAR	2
2	CAPITULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	4
2.1	ANTECEDENTES	4
2.2	PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA	5
2.2.1	<i>Misión de la empresa.....</i>	5
2.2.2	<i>Visión de la empresa</i>	5
2.2.3	<i>Política de calidad y objetivos.....</i>	6
2.3	ORGANIZACIÓN.....	6
2.4	MACROPROCESO	8
2.5	PRINCIPALES CLIENTES	8
2.6	SISTEMA DE PRODUCCIÓN.....	9
2.6.1	<i>Procesos de la cadena productiva de Carnidem Cia. Ltda.</i>	10
2.6.2	<i>Materia prima.....</i>	11
2.6.3	<i>Diagrama de flujo de salchichas</i>	12
2.6.4	<i>Principales productos.....</i>	13
2.6.5	<i>Actores del sistema de producción</i>	13
3	CAPITULO 3: MARCO TEÓRICO O REFERENCIAL .	15
3.1	INTRODUCCIÓN	15
3.2	CONCEPTOS Y DEFINICIONES CLAVES.....	15

3.2.1	<i>Mejoramiento continuo</i>	15
3.2.2	<i>Calidad</i>	15
3.2.3	<i>Variabilidad</i>	15
3.2.4	<i>Leyes de la “Variación”</i>	16
3.2.5	<i>Estadística</i>	18
3.2.5.1	Observaciones sobre tipos de datos.....	19
3.2.5.2	Principales técnicas de muestreo.....	20
3.3	METODOLOGÍA SEIS SIGMA	21
3.3.1	<i>La métrica seis sigma</i>	21
3.4	EL MÉTODO DMAIC	22
3.4.1	<i>Las claves del DMAIC se encuentran en:</i>	23
3.5	FASES DE LA METODOLOGIA DMAIC	24
3.5.1	<i>Fase define:</i>	24
3.5.2	<i>Fase measure:</i>	26
3.5.3	<i>Fase analyze:</i>	27
3.5.4	<i>Fase improve:</i>	28
3.5.5	<i>Fase control:</i>	29
3.6	METODOLOGÍA SIX SIGMA PLUS - DMAIC Y HERRAMIENTAS DE APOYO - GREEN BELT	30
3.6.1	<i>Matriz de priorización</i>	30
3.6.2	<i>Análisis de Pareto</i>	31
3.6.3	<i>CT Flowdown (Critical-To-Flowdown)</i>	32
3.6.4	<i>Diagrama SIPOC</i>	32
3.6.5	<i>Histograma</i>	32
3.6.6	<i>Matriz causa-efecto</i>	33
3.6.7	<i>Análisis de causa-efecto</i>	33
3.6.8	<i>Árbol de contingencias</i>	34
3.6.9	<i>Diagrama de dispersión</i>	34
3.6.10	<i>Gráficas de control</i>	35
3.6.10.1	Establecer una gráfica de control requiere los siguientes pasos: 35	

3.6.10.2	Análisis e interpretación de la gráfica de control:.....	37
3.6.11	<i>Análisis de fallas potenciales</i>	38
3.6.12	<i>Diagrama de afinidad</i>	38
3.6.13	<i>Diagrama de árbol</i>	39
3.6.14	<i>Análisis del sistema de medición</i>	39
3.6.15	<i>Análisis de capacidad de un proceso</i>	39
4	CAPITULO 4: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA.	45
4.1	FASE DEFINE	45
4.1.1	<i>Definición del foco de mejora:</i>	45
4.1.2	<i>Identificación de las características críticas.</i>	52
4.1.3	<i>Definición del objetivo de mejora:</i>	56
4.1.3.1	Definición de los parámetros de desempeño:.....	56
4.1.3.2	Mapeo del proceso (Diagrama SIPOC - Nivel Macro):	60
4.1.4	<i>Formalización del proyecto:</i>	61
4.2	FASE MEASURE	63
4.2.1	<i>Mapeo del proceso (Diagrama SIPOC – Nivel Detallado):</i>	63
4.2.2	<i>Definición y validación de la medición:</i>	65
4.2.3	<i>Evaluación del sistema de medición:</i>	66
4.2.4	<i>Determinación de la estabilidad y capacidad del proceso:</i>	67
4.2.4.1	Capacidad del proceso respecto al peso de cada salchicha	70
4.2.4.2	Capacidad del proceso respecto a la longitud de cada salchicha	73
4.2.5	<i>Confirmación del objetivo del proyecto de mejora.</i>	75
4.3	FASE ANALYZE	76
4.3.1	<i>Identificación de las causas potenciales:</i>	76
4.3.2	<i>Selección de las causas primarias:</i>	78
4.4	FASE IMPROVE	84
4.4.1	<i>Generación y selección de soluciones:</i>	85
4.4.1.1	Diseño de experimentos	85
4.4.1.1.1	Estudio de la relación y del efecto en la variable de salida	

4.4.2	Validación de la solución:	90
4.5	FASE CONTROL.....	93
4.5.1	Estandarización de las mejoras	93
4.5.2	Finalización del proyecto de mejoría.....	96
5	CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	102
5.1	CONCLUSIONES.....	102
5.2	RECOMENDACIONES	106
6	BIBLIOGRAFÍA.....	108
6.1	LIBROS DE REFERENCIA.....	108
6.2	PAGINAS DE INTERNET	108
6.3	MANUALES	108
7	ANEXOS.....	109
7.1	ANEXO 1 – VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DE CADA FAMILIA	109
7.2	ANEXO 2 – COMPORTAMIENTO DE PRODUCTOS.....	110
7.3	ANEXO 3 – DATOS PARA EL SISTEMA DE MEDICIÓN.....	111
7.4	ANEXO 4 – MEDICIONES PARA EL ANÁLISIS DE CAPACIDAD.....	112
7.4.1	Peso unitario salchicha Frankfuter Briones.....	112
7.4.2	Longitud unitaria salchicha Frankfuter Briones	113
7.5	ANEXO 5 – MUESTREO DE MERMAS PARA DISEÑO DE EXPERIMENTOS.....	114
7.6	ANEXO 6 – MEDICIONES PREVIAS PARA DISEÑO DE EXPERIMENTOS 115	
7.7	ANEXO 7 – CARTA DE CONTROL.....	116
7.8	ANEXO 8 – TABLA DE ESPECIFICACIONES.....	117
7.9	ANEXO 9 – INSTRUMENTOS IMPLEMENTADOS PARA LA MEJORA	118

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1, Logotipo de la Empresa	5
Ilustración 2-2, Organigrama de la Empresa	7
Ilustración 2-3, Macro procesos de la Empresa Carnidem Cia. Ltda.....	8
Ilustración 2-4, Diagrama de flujo de Salchichas.....	12
Ilustración 2-5, Actores de la cadena de producción.....	14
Ilustración 3-1, La estadística en el proceso de toma de decisión	19
Ilustración 3-2, Metodología Seis Sigma	23
Ilustración 3-3, Metodología Seis Sigma y herramientas	30
Ilustración 3-4, Diagrama de Pareto	32
Ilustración 3-6, Test para detectar inestabilidad	37
Ilustración 3-7, Capacidad de un proceso	40
Ilustración 3-8, Proceso tres sigma	41
Ilustración 3-9, Proceso Cuatro Sigma	41
Ilustración 3-10, Proceso Seis Sigma.....	42
Ilustración 3-11, Índice de capacidad real	43
Ilustración 3-12, Capacidad de un proceso a seis sigma	44
Ilustración 4-1, Volumen de producción de cada familia	45
Ilustración 4-2, Volumen de Producción.....	47
Ilustración 4-3, Margen de ganancia	47
Ilustración 4-4, Cantidad de recortes.....	47
Ilustración 4-5, Cantidad de desperdicios	48
Ilustración 4-6, Características críticas para satisfacción	53
Ilustración 4-7, Análisis de Pareto de las características de satisfacción.....	55
Ilustración 4-8, Características críticas del producto	56
Ilustración 4-9, Matriz CTY	57
Ilustración 4-10, Características críticas de los procesos.....	58
Ilustración 4-12, Sipoc Detallado.....	64
Ilustración 4-13, Análisis de la variable peso unitario de la Salchicha Frankfuter Briones	71

Ilustración 4-14, Análisis de capacidad para la variable peso unitario de la Salchicha Frankfuter Briones	72
Ilustración 4-15, Análisis de la variable longitud unitaria de la Salchicha Frankfuter Briones.....	73
Ilustración 4-16, Análisis de capacidad para la variable longitud unitaria de la Salchicha Frankfuter Briones	74
Ilustración 4-17, Árbol de causa y efecto 1	77
Ilustración 4-18, Árbol de causa y efecto 2	78
Ilustración 4-19, Análisis de Pareto de las Fallas Potenciales.....	82
Ilustración 4-20, Diagrama de Pareto de los efectos estandarizados.....	87
Ilustración 4-21, Gráfico de probabilidad normal de los efectos estandarizados	87
Ilustración 4-22, Gráfico de interacción de los factores.....	88
Ilustración 4-23, Gráfico de cubo del diseño experimental.....	91

Índice de Tablas

Tabla 3-1, Tipos de gráficas de control	37
Tabla 3-2, Equivalencia nivel sigma por PPM	44
Tabla 4-1, Matriz de Priorización	49
Tabla 4-2, Criterio A	50
Tabla 4-3, Criterio B	50
Tabla 4-4, Criterio C	50
Tabla 4-5, Criterio D	50
Tabla 4-6, Criterio E	51
Tabla 4-7, Matriz Síntesis.....	51
Tabla 4-8, Matriz de características CTS	54
Tabla 4-9, Características CTS	55
Tabla 4-10, Parámetros CTY claves	57
Tabla 4-11, Matriz CTX	59
Tabla 4-12, Parámetros CTX claves	60
Tabla 4-13, Project charter	62
Tabla 4-14, Variables criticas	65
Tabla 4-15, Isoplot: Evaluación del sistema de medición.....	67
Tabla 4-16, Los cuatro estados de un proceso y la estrategia a seguir	69
Tabla 4-17, Índice de severidad	79
Tabla 4-18, Índice de ocurrencia	79
Tabla 4-19, Análisis de fallas potenciales	81
Tabla 4-20, Medidas de acción para los fallos potenciales priorizados.....	83
Tabla 4-21, Plan de mejora - Implementación.....	84
Tabla 4-22, Datos para realizar la modelación del experimento.....	86
Tabla 4-23, Contribución de cada factor en la variable “merma”	91
Tabla 4-24, Plan de mejora	92
Tabla 4-25, Plan de control	93
Tabla 4-26, Peso Inicial – Producto en Crudo	96
Tabla 4-27, Peso luego del horneado	96
Tabla 4-28, Merma generada al pasar por el proceso de horneado.....	97

Tabla 4-29, Mediciones y estado de la merma obtenida con mejoras.....	97
Tabla 4-30, Análisis del ahorro obtenido	98
Tabla 4-31, Análisis de la ganancia generada.....	99
Tabla 4-32, Análisis de la eficiencia	100

1 CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Se ha decidido llevar a cabo la presente propuesta, con el fin de mejorar el desempeño en el área productiva de la empresa de fabricación de embutidos CARNIDEM CIA. LTDA, mediante la aplicación de la metodología Seis Sigma. Por una parte se debe mencionar que el proyecto fue planteado directamente a la alta gerencia, quienes aprobaron esta propuesta, con miras a una futura implementación. El área de estudio, se centra en el proceso de la producción de salchichas, el cual fue seleccionado conjuntamente con la empresa por existir gran variedad de problemas e incidencia de errores.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad existen índices elevados de variabilidad en el proceso productivo de salchichas, lo que impide lograr un óptimo rendimiento productivo y alcanzar altos estándares de calidad.

1.3 ALCANCE

El proyecto que se plantea se aplicará directamente en la cadena de producción de la planta de elaboración de embutidos, ubicada en Lasso, provincia de Cotopaxi, implementando la metodología Seis Sigma, de tal modo que se supere el problema planteado y a la vez incrementar la satisfacción de los clientes.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La investigación propuesta se sustentará en las teorías propias de la metodología Seis Sigma, para su aplicación en la detección de problemas específicos en el proceso productivo de salchichas, y poder determinar acciones de mejora y control, para lograr que el proceso se desarrolle bajo adecuados conceptos de ingeniería de producción.

1.5 OBJETIVO GENERAL

Mejorar porcentualmente la eficiencia y calidad en el proceso productivo de salchichas, reduciendo la variabilidad de los procesos y productos, mediante la utilización de herramientas de la metodología Seis Sigma, y proponer a la empresa las acciones de mejora viables.

1.6 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Utilizar las distintas herramientas de la metodología Seis Sigma.
- ✓ Definir los modos de fallo en el proceso productivo, con el fin de crear un plan de acción que permita analizar y evaluar, así como eliminar y controlar errores, retrabajo, desperdicios, abundantes inspecciones, tiempos muertos.
- ✓ Identificar y analizar los diferentes elementos y factores que permitan reducir la variabilidad en el proceso productivo de salchichas.
- ✓ Determinar las posibles soluciones a los modos de fallo encontrados en el proceso productivo y elaborar un plan de acción con estrategias propuestas para la mejora del proceso productivo.

1.7 METODOLOGIA A UTILIZAR

La siguiente investigación se llevará a cabo mediante:

- Método exploratorio: Es la investigación inicial que, a través de visitas a la planta, entrevistas con empleados y directivos permitirán tener la primera idea aproximada de la magnitud del problema a resolver.
- Método descriptivo: Recolectar datos, información y especificar propiedades, características y rasgos del proceso a analizar.

Todo esto con ayuda de conceptos y herramientas de la ingeniería de producción industrial y de la metodología Seis Sigma.

2 CAPITULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1 ANTECEDENTES

Hoy en día es fácil darse cuenta que la competencia cada vez es mayor en las diferentes actividades productivas y de servicios, y se incrementa día tras día, por ello es necesario que la empresa no se descuide y este en constante mejoramiento. Para ello debe ser cada vez más eficiente, desarrollarse en su rama industrial, ser eficaz y marcar diferencia respecto a sus competidores desde el punto de vista de los consumidores.

En este contexto, se inicia la actividad de la empresa en el año de 1990 con el nombre comercial “Carnes y Embutidos Casa Guillo”, siendo una empresa unipersonal dedicada a la elaboración de embutidos, jamones y en general elaborados de carne de forma artesanal. Inicialmente esta empresa tenía una capacidad de producción de 200 Kg. /día. Rápidamente y gracias a la acogida de sus productos en el mercado, cuatro años después se constituye CARNIDEM Cía. Ltda., con lo cual en 1996 CASA GUILLO, entra en un proceso de expansión pasando sus instalaciones a una nueva planta ubicada en el Valle de los Chillos, con una capacidad de producción de 1000 Kg. /día. Desde entonces CASA GUILLO, ha entrando en un proceso de crecimiento de su producción y desde junio del 2003 hasta la actualidad, la empresa viene trabajando en su nueva planta en la población de Lasso – Cotopaxi, la cual brinda las garantías sanitarias necesarias para la elaboración de alimentos, con nueva maquinaria y tecnología. Estas nuevas instalaciones permiten producir hasta 3000 Kg. /día.

Producir embutidos de gran calidad, en sus diversas formas y variedades en los últimos 19 años ha significado superar una serie de obstáculos, que les permite llegar hoy al sitio en que se encuentra, donde ha consolidado un mercado que crece permanentemente con la aceptación favorable de sus

clientes: Instituciones, Catering, Hoteles y Restaurantes de primera categoría de Quito, la Sierra Central y Norte del país.

La planta cuenta con un equipo de profesionales con experiencia, los cuales se encuentran listos para atender los requerimientos de manera selecta, ofreciendo una línea completa de embutidos en sus diferentes formas, como jamones, salamis, mortadelas, salchichas, curados, etc. Siempre utilizando la materia prima de la mejor calidad en pollo, cerdo y res.

2.2 PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA

Ilustración 2-1, Logotipo de la Empresa



Fuente: Carnidem Cia. Ltda.

2.2.1 Misión de la empresa

CARNIDEM CIA. LTDA. se dedica a producir y comercializar Elaborados Cárnicos, preparados con las mejores materias primas y procedimientos que garanticen total seguridad sanitaria y una adecuada rentabilidad. Manteniendo buenas relaciones entre accionistas, ejecutivos y obreros.

2.2.2 Visión de la empresa

Ser una empresa líder a nivel nacional en el sector de Elaborados Cárnicos, incrementando la participación y reconocimiento en el mercado como productos de calidad que brindan seguridad sanitaria, siempre enfocados en la satisfacción del cliente.

2.2.3 Política de calidad y objetivos

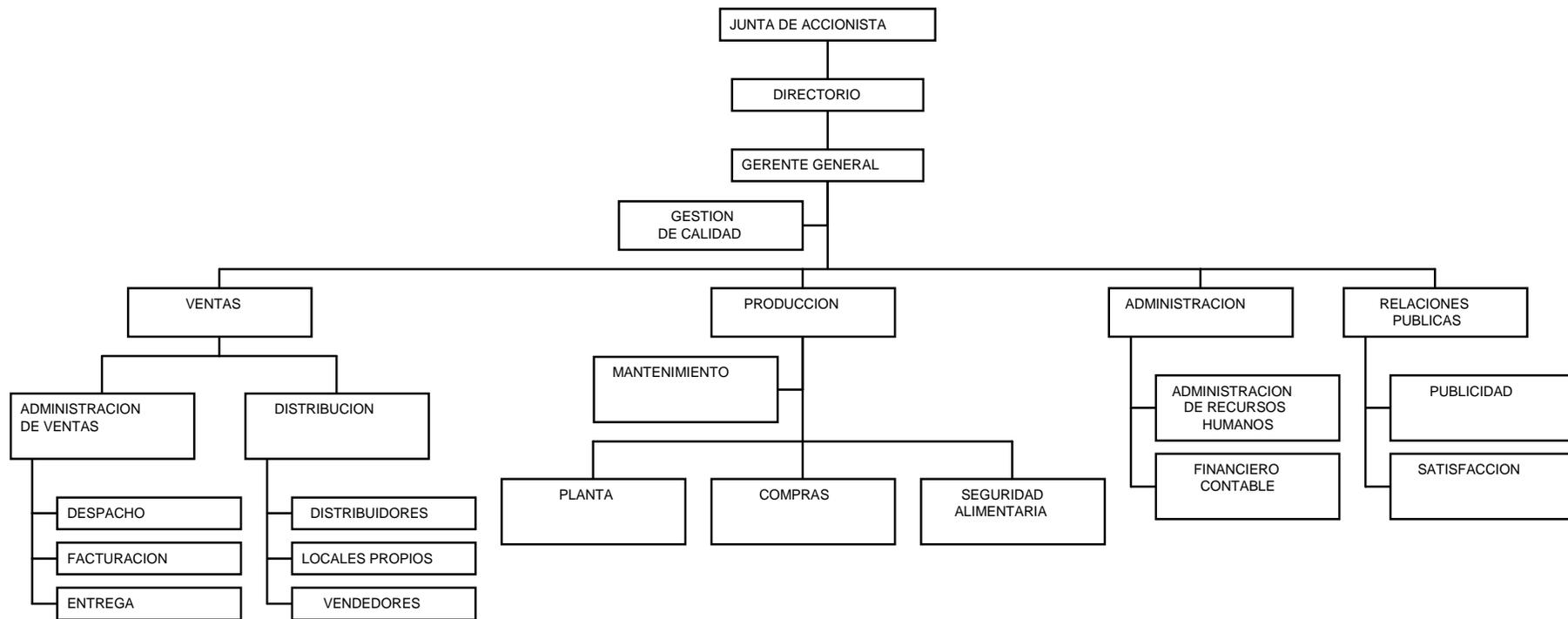
Los ejecutivos de CARNIDEM CIA. LTDA, actúan convencidos de que se avanza en la consecución del liderazgo en el sector de elaborados cárnicos y para conseguirlo se han comprometido a mejorar continuamente el sistema de gestión de calidad ISO 9001:2000; teniendo como directrices la consecución de las mejores materias primas, la optimización de recursos, la capacitación y motivación al personal, siempre buscando la satisfacción de los clientes, con una atención personalizada, puntualidad y sobre todo, tomando en cuenta sus requerimientos.

2.3 ORGANIZACIÓN

CARNIDEM desde su creación en el año de 1996, es una empresa familiar, que ha venido creciendo con el transcurso de los años, sin embargo su organización es sencilla. Tiene una estructura en la cual la estrecha relación entre sus miembros es una fortaleza; todos los que forman la organización tienen continuo contacto con el Gerente y con los jefes de cada área. A continuación detallamos como está conformada dicha organización:

Ilustración 2-2, Organigrama de la Empresa¹

CARNIDEM CIA LTDA
Carnes y Embutidos CASA GUILLO



¹ Información proporcionada por la Empresa Carnidem Cia. Ltda.

2.4 MACROPROCESO

Dentro de Carnidem Cia. Ltda., se tienen los siguientes macro procesos:

Ilustración 2-3, Macro procesos de la Empresa Carnidem Cia. Ltda.



Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar.

Administración: se encarga de realizar la planificación estratégica, planificación operativa, control administrativo y financiero, así también como el de compras.

Operaciones: es la encargada de la producción de elaborados cárnicos, realizar el control de calidad y llevar una adecuada administración de producción. Más adelante se analiza de manera detallada cada una de las áreas de producción. Por otro lado se encarga de garantizar la salud y seguridad de sus clientes internos, como del medio ambiente.

Marketing y Ventas: es la encargada de la distribución del producto hacia los puntos de venta, dentro de éste macro proceso se encuentran los departamentos de promociones y publicidad, transporte, ventas y atención al cliente.

2.5 PRINCIPALES CLIENTES

CARNIDEM Cía. Ltda. cuenta con un sostenido aumento de clientes gracias a la implantación de programas de incentivos y motivación para su personal de

ventas, es así que actualmente se maneja una base de datos con una gran cantidad de clientes.

Entre los principales están:

- Catering Service.
- Clubes.
- Hospitales.
- Instituciones.
- Delicatessen.
- Cafés.
- Bares.
- Hosterías.
- Hoteles.
- Restaurantes.

2.6 SISTEMA DE PRODUCCIÓN

Los procesos principales que se manejan dentro de la cadena productiva de salchichas son los siguientes:

- Recepción de materia prima.
- Despiece, clasificación y molienda.
- Selección de materia prima y mezclado.
- Embutición.
- Cocción y horneado.
- Enfriamiento de producto elaborado.
- Empaquetado de producto elaborado.
- Almacenamiento de producto terminado.

2.6.1 Procesos de la cadena productiva de Carnidem Cia. Ltda.

A continuación se explica brevemente los procesos principales con el fin de dar a conocer y comprender en que consiste cada uno de ellos.

- **Recepción de materia prima:**
Se recibe materia prima de los distintos proveedores ubicados en las cercanías de la planta principal, como son reses, cerdos, pollos, condimentos, tripas de embutición.
- **Despiece, clasificación y molienda:**
Se despiezan los animales para la obtención de los diferentes cortes utilizados en la elaboración de embutidos. Se los clasifica en cubetos para luego ingresar al proceso de molienda.
- **Selección de materia prima y mezclado:**
Según la orden de trabajo, se selecciona los materiales necesarios para cada tipo de embutido, se los pesa y se procede a mezclarlos.
- **Embutición:**
Una vez obtenida la pasta del elaborado cárnico, se prepara la máquina y se procede a embutirlos en las diferentes tripas de acuerdo a las especificaciones.
- **Cocción y horneado:**
Una vez listo el producto se pasa por una etapa de cocción y horneado en tiempos específicos de acuerdo al tipo de elaborado.
- **Enfriamiento de producto elaborado:**
En este proceso, se deja enfriar el producto lentamente a temperatura controlada.

- Empaquetado de producto elaborado:
Una vez que el producto se encuentra listo, se lo empaca al vacío en sus distintas presentaciones de acuerdo a los requerimientos del cliente.
- Almacenamiento de producto terminado:
Se almacena el producto terminado en cuartos fríos y se los agrupa por pedidos para su distribución posterior.

Por otra parte también se tiene la distribución del producto terminado, el cual se realiza por medio de transporte propio vía terrestre hacia los distintos puntos, tales como propios de la empresa y también a los destinos de donde realizan distintos tipo de pedido (hoteles, catering, restaurantes, bares, etc.).

2.6.2 Materia prima

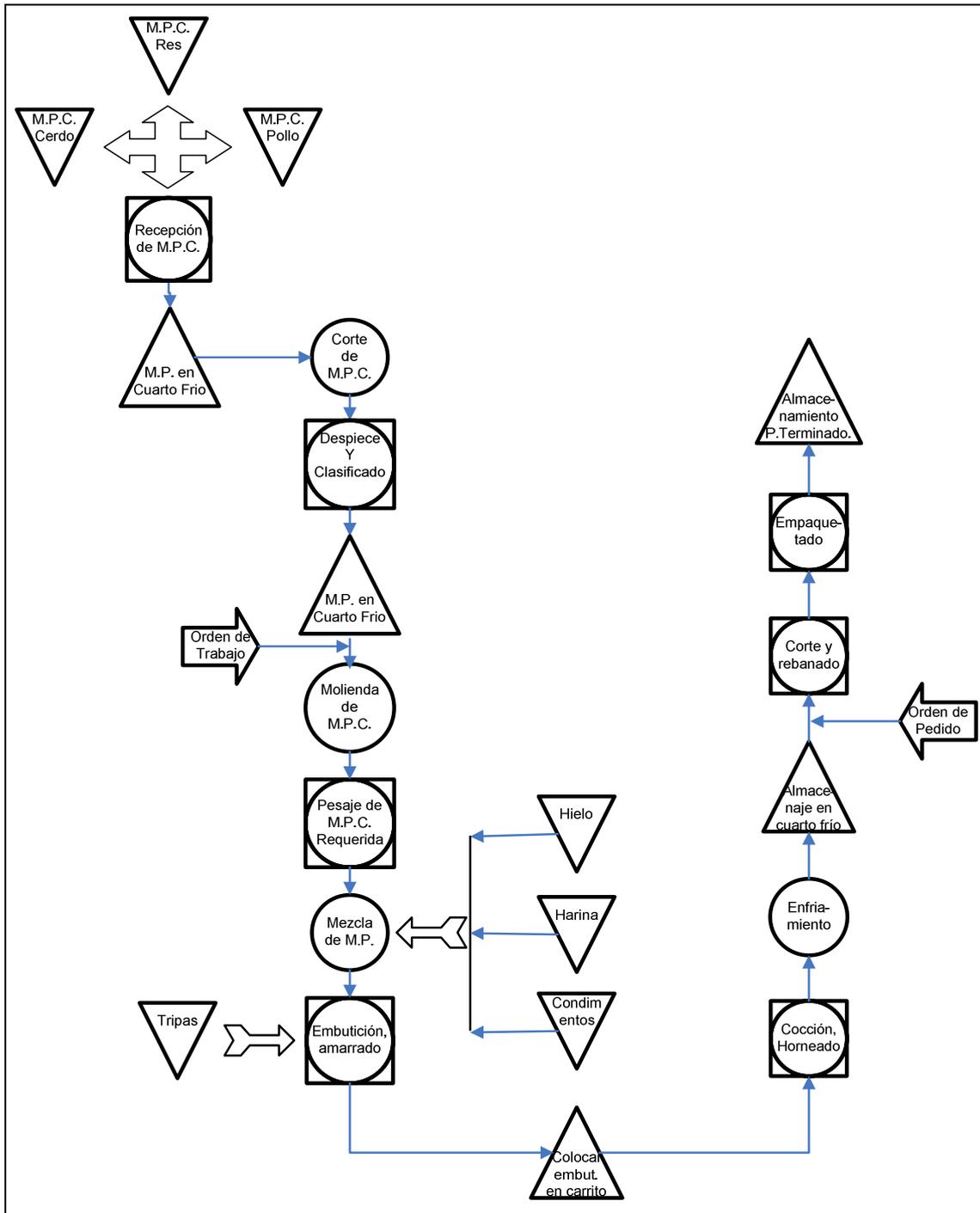
A continuación se menciona los insumos principales que se requieren para la cadena productiva de salchichas, los cuales a su vez son adquiridos de proveedores nacionales e internacionales:

- Carne de res
- Carne de pollo
- Grasa de cerdo
- Agua
- Harina
- Condimentos: Fosfato, conservante, antioxidante, almidones, color natural.

A continuación se detalla el funcionamiento del sistema de producción de Carnidem Cia. Ltda. mediante un diagrama de flujo:

2.6.3 Diagrama de flujo de salchichas

Ilustración 2-4, Diagrama de flujo de Salchichas



Elaborado por Roberto Salazar, Israel Naranjo.

2.6.4 Principales productos

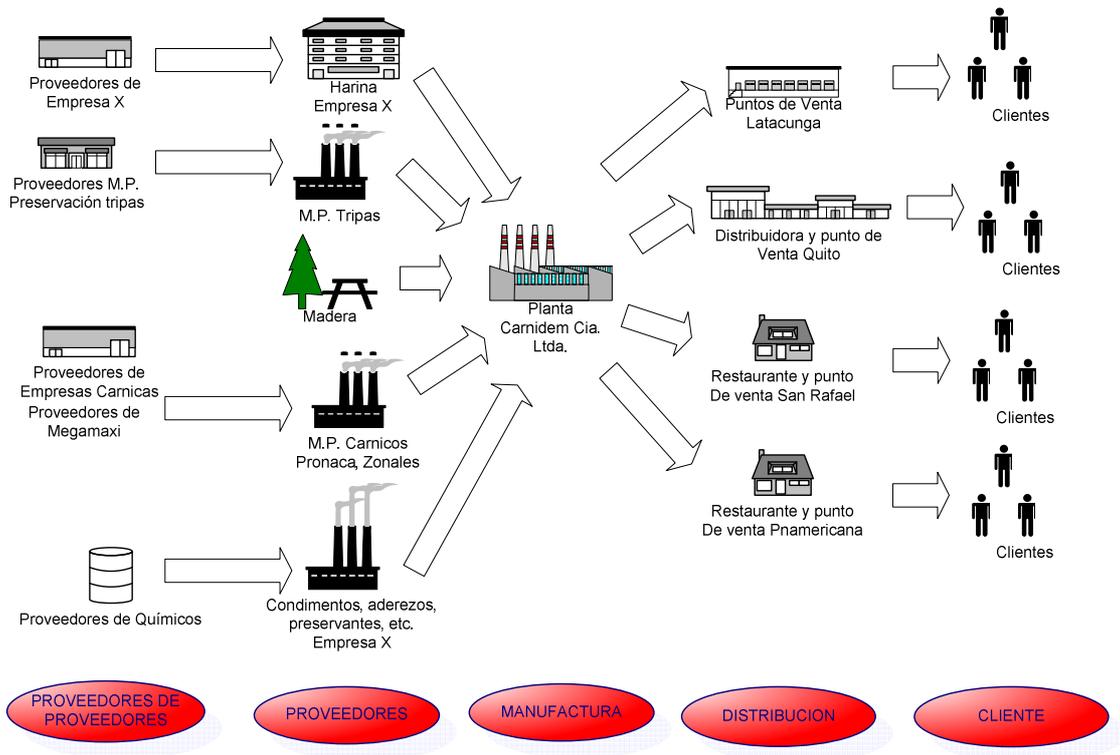
Gracias a la tecnología que disponen en la planta y a la buena acogida del mercado, Casa Guillo ofrece una alta variedad de productos y en distintas presentaciones, las principales se detallan a continuación:

- Jamones.
- Salamis.
- Mortadelas.
- Chuletas.
- Tocino.
- Perniles.
- Salchichas.
- Chorizo.
- Longaniza.
- Olma.
- Morcilla.
- Enrollados.
- Pasteles.
- Hamburguesas.

2.6.5 Actores del sistema de producción

Por otro lado se tiene a los que hacen posible que la empresa se encuentre y mantenga viva, por lo tanto consideramos importante el hacer conocer los actores del sistema de producción:

Ilustración 2-5, Actores de la cadena de producción



Elaborado por Israel Naranjo, Roberto Salazar.

3 CAPITULO 3: MARCO TEÓRICO O REFERENCIAL

3.1 INTRODUCCIÓN

Para poder entender y llevar a cabo de mejor manera la propuesta de mejoramiento, es necesario tener claro y conocer los distintos conceptos fundamentales y herramientas necesarias que serán utilizadas dentro de la investigación, por lo cual se desarrolla a continuación el presente capítulo.

3.2 CONCEPTOS Y DEFINICIONES CLAVES

3.2.1 Mejoramiento continuo

El Mejoramiento Continuo es un proceso que describe muy bien lo que es la calidad y refleja lo que las empresas necesitan hacer si quieren ser competitivas a lo largo del tiempo. Se basa en un compromiso permanente de mejorar aspectos y actividades de la organización para obtener un cambio incremental con miras al éxito.

3.2.2 Calidad

La palabra calidad tiene varios significados, pero dentro del área de ingeniería es un conjunto de propiedades y características de un producto, proceso o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer las necesidades establecidas o implícitas.²

3.2.3 Variabilidad

Las medidas de variabilidad sirven para indicar la dispersión y el comportamiento de cómo se encuentra un grupo de datos de una variable específica; así como también, nos permite apreciar como se encuentran

² Concepto de ISO: <http://mgar.net/soc/isointro.htm>

agrupados mencionados datos de acuerdo a su media aritmética (si están o no alejados de ella).

Entre las principales medidas de variabilidad se tiene:

- Rango.
- Varianza.
- Desviación Estándar.

a. Rango:

Es la diferencia entre el dato mayor y el dato menor de todos los casos de la variable.

$$R = X \max - X \min$$

b. Varianza:

Esta mide la dispersión de los datos alrededor de la media aritmética, el mismo resulta del cuadrado de la desviación estándar, el cual significa el valor esperado de las desviaciones cuadráticas.

$$Var[x] = \sum_i (x_i - u)^2 P(x_i) = \sigma^2$$

c. Desviación estándar:

Resulta de la raíz cuadrada de la varianza, pero difiere en que esta mide la dispersión de los datos en la misma unidad de la variable estudiada.

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

3.2.4 Leyes de la “Variación”³

- ✓ Prácticamente todo a nuestro alrededor varia.
- ✓ Toda variación es causada.
- ✓ Es imposible prever un resultado individual.
- ✓ Sin embargo un grupo de resultados, originado del mismo conjunto de causas, tienden a ser previsibles, siguiendo un “patrón”.
- ✓ Cuando aquel conjunto de causas es perturbado por causas externas, el patrón de variación se altera.

³ Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

Causas comunes

- Conjunto fijo de muchas y pequeñas causas, inherentes al proceso, las cuales determinan su “variabilidad característica”.
- Están siempre presentes y afectan a cada resultado.
- Es imposible aislar el efecto de todas ellas.
- El efecto de algunas puede ser aislado, pero solamente por medio de experimentos especialmente planeados.

Causas especiales

- Causas ajenas al conjunto de causas comunes, las cuales surgen ocasionalmente.
- No están presentes todo el tiempo, o sólo afectan a algunos resultados.
- Por lo general pueden ser fácilmente aisladas y eliminadas, desde que se puedan distinguir de las causas comunes.

Según Deming “el 94% de los problemas se deben a causas especiales y apenas el 6% se deben a causas comunes”; por lo tanto se tiene un 94% de oportunidad de mejora, para esto existen las siguientes líneas de acción tanto para causas comunes como para causas especiales:

Líneas de acción para causas comunes.

En este caso el mejoramiento es más complejo, se requiere analizar todo el conjunto de datos teniendo un conocimiento profundo del proceso. “Muchas veces se requiere de cambios estructurales dentro de la organización o también se pueden aplicar métodos que conduzcan a modificaciones del concepto o diseño del proceso, o ajuste de las variables intrínsecas al mismo.”⁴

Líneas de acción para causas especiales.

Estas deben ser atacadas inmediatamente, su solución es sencilla ya que están al alcance de las personas involucradas directamente en la realización de estas actividades, para esto se debe:

⁴ Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

- Recolectar datos a tiempo, y verificar si indican la presencia de una causa especial.
- Si el resultado indica la presencia de una causa especial se debe investigar inmediatamente aquellas ocurrencias asociadas a la misma.
- Se debe eliminar inmediatamente estas causas y prevenir su reincidencia, así como incorporar las causas buenas al proceso.

3.2.5 Estadística

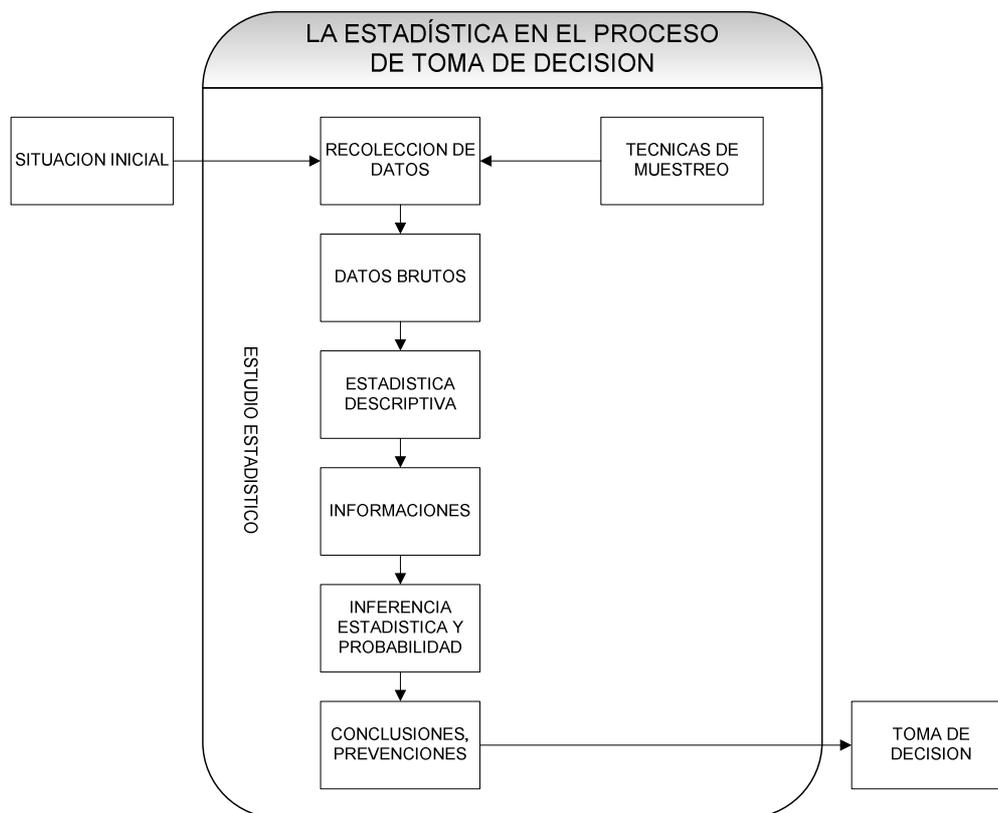
La estadística se define como:

“Métodos matemáticos que permiten obtener conclusiones validas sobre fenómenos incompletamente conocidos; el término estadística también es usado para designar los propios datos o resultados obtenidos en un estudio”.⁵

Por otro lado tenemos que la estadística está fundamentada en la inducción o inferencia estadística. Este proceso parte de un conocimiento específico de una parte del todo, es decir una muestra, sobre la cual se trata de hacer conclusiones genéricas de un todo, conocidas como población.

⁵ Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

Ilustración 3-1, La estadística en el proceso de toma de decisión



Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

3.2.5.1 Observaciones sobre tipos de datos

Los datos numéricos pueden ser de dos tipos: atributo y variable. En el primer caso son datos por conteos o porcentajes basados en la clasificación de artículos según algún criterio; y en el caso de ser variable, son magnitudes físicas medidas en una escala continua. Se recomienda medir datos por variables, ya que brindan mejor información sobre el proceso y se requieren de muestras menores.

Para obtener conclusiones se deben obtener:

- ✓ Mínimo 30 valores para datos por variable (comunes o aleatorios) y,
- ✓ Mínimo 100 valores para datos por atributo (especiales).⁶

⁶ Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

3.2.5.2 Principales técnicas de muestreo.

Existen 3 tipos principales de técnicas de muestreo:

a. Muestra aleatoria.

Es una muestra sacada de una población de unidades, de manera que todo elemento de la población tenga la misma probabilidad de selección y que las unidades diferentes se seleccionen independientemente.⁷

b. Muestra secuencial.

Muestreo en el que el tamaño de la muestra (obviamente variable, por oposición al muestreo fijo) depende de la información que se vaya consiguiendo. En cada fase hay un criterio de decisión para saber si la información es suficiente para llegar a una conclusión, o si se necesita más información se utiliza en el control de series de producción.⁸

c. Muestra estratificada.

Para obtener una muestra aleatoria estratificada, primero se divide la población en grupos, llamados estratos, que son más homogéneos que la población como un todo.

Los elementos de la muestra son entonces seleccionados al azar o por un método sistemático de cada estrato. Las estimaciones de la población, basadas en la muestra estratificada, usualmente tienen mayor precisión (o menor error muestral) que si la población entera muestreada se efectuase mediante muestreo aleatorio simple.

El número de elementos seleccionado de cada estrato puede ser proporcional o desproporcional al tamaño del estrato en relación con la población.⁹

⁷ <http://www.mitecnologico.com/Main/MuestraAleatoria>

⁸ <http://www.diclib.com/cgi-bin/d1.cgi?l=es&base=alkonaeconomia&page=showid&id=4232>

⁹ <http://www.monografias.com/trabajos11/tebas/tebas.shtml#met>

3.3 METODOLOGÍA SEIS SIGMA.

La metodología Seis Sigma es una serie de procedimientos y herramientas, que se enfocan en la reducción de la variabilidad para aumentar el desempeño de los procesos con el fin de incrementar la satisfacción del cliente.

La principal meta que tiene el Seis Sigma es la de reducir la variabilidad y eliminar los defectos existentes dentro de los procesos, con la finalidad de alcanzar el nivel Seis Sigma que representa a 3,4 ppm (partes por millón) de defectos.

3.3.1 La métrica seis sigma.

Antecedentes:

La simple conformidad con requisitos no basta:

- Cualquier desviación en relación al valor ideal causa pérdidas, aun dentro de la tolerancia.
- Cuanto mayor es la desviación, mayor será la pérdida.

Efectos colaterales negativos de los métodos clásicos:¹⁰

- Se apagan “incendios”, pero se aumenta el costo.
- Se mejora sólo hasta cierto punto.
- Se pierden las verdaderas oportunidades de mejora.

Con esto los procesos se ven afectados en el desempeño tras darse:

- Mayor control de procesos.
- Mayor cantidad de inspecciones.
- Aumenta el retrabajo.
- Se generan piezas extras.

¹⁰ Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

Por todo lo citado anteriormente, las organizaciones hoy en día se han visto obligadas a tomar medidas, con lo cual gracias a la implementación de la metodología Seis Sigma se logra contrarrestar los problemas mencionados, y adicionalmente se obtienen los siguientes beneficios, lo cual da mayor nivel competitivo a las organizaciones:

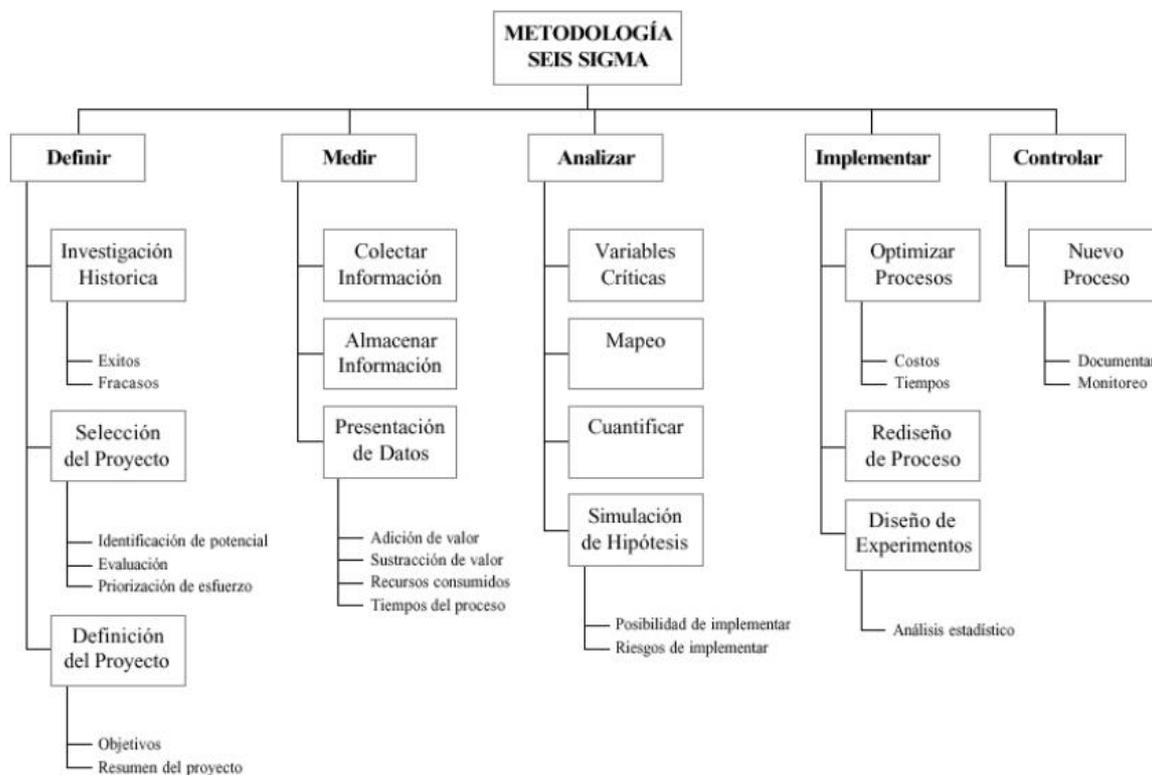
- ✓ Economía de materiales.
- ✓ Reducción de tiempos.
- ✓ Reducción de costos.
- ✓ Mejor calidad.
- ✓ Mayor productividad.
- ✓ Aumento de la capacidad.
- ✓ Incremento del Know-how.

3.4 EL MÉTODO DMAIC.

El DMAIC es considerado como la espina dorsal del Seis Sigma para llevar a cabo proyectos de mejoramiento continuo de los procesos existentes en las organizaciones. La metodología DMAIC es una estrategia de calidad basada en estadística, teniendo como prioridad la recolección de datos e información, para poder realizar un estudio que permita obtener las mejoras posibles dentro de los procesos.

DMAIC viene dado por sus siglas en inglés las cuales son: *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* de los pasos de la metodología: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, las mismas que serán detalladas más adelante.

Ilustración 3-2, Metodología Seis Sigma



Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

3.4.1 Las claves del DMAIC se encuentran en:¹¹

Medir el problema. Siempre es necesario tener una clara noción de los defectos que se están produciendo, tanto en cantidad como en coste.

Enfocarse al cliente. Sus necesidades y requerimientos son fundamentales, y deben tenerse siempre en consideración.

Verificar la causa raíz. Es necesario llegar hasta la causa fundamental de los problemas, y no quedarse en los efectos.

Romper los malos hábitos. Un cambio verdadero requiere soluciones creativas.

Gestionar los riesgos. La prueba y el perfeccionamiento de las soluciones es una parte esencial de Seis Sigma.

¹¹ <http://personales.upv.es/vyepesp/05YPX01.pdf>

Medir los resultados. El seguimiento de cualquier solución significa verificar su impacto real.

Sostener el cambio. La clave final es conseguir que el cambio perdure.

3.5 FASES DE LA METODOLOGIA DMAIC

3.5.1 Fase define:

Fase inicial dentro del proyecto, enfocada a la definición del foco de mejora, entendiendo los procesos importantes que están siendo afectados por las diferentes causas.

La fase Definir, pretende establecer los requerimientos del cliente final, así como de los objetivos de la organización. Estos requerimientos del cliente se denominan CTQs (por sus siglas en inglés: *Critical to Quality*). En este paso corresponde definir quién es el cliente, así como sus requerimientos y expectativas.

Además se determina el alcance del proyecto, es decir las fronteras que delimitarán el inicio y final del proceso que se busca mejorar, fundamentando las razones de la realización de este proyecto.

Esta fase se encuentra comprendida por las siguientes etapas:

a. Definir foco de mejora:

Se describe el alcance del proyecto y hacia donde lo vamos a enfocar.

Para esto se identifica el tema específico, el cual debe tener un alto impacto para los objetivos de la organización y satisfacción de los clientes. Cabe mencionar que este tema debe tener la participación y aprobación de la alta dirección de la empresa.

Dentro de esta etapa se explicará en qué consiste el problema y por qué es importante resolverlo, es decir, dar una descripción general del problema.

b. Identificar las características críticas

En esta etapa se debe especificar las características críticas para la calidad y productividad, mediante las cuales se evaluará que tan bien se cumplieron los objetivos del proyecto.

Por ejemplo tiempo de ciclo, costos, calidad de alguna variable de salida, quejas, productividad, etc. Estas variables deben estar ligadas a la satisfacción del cliente o en general al desempeño del negocio, y por tanto se debe garantizar que se está escuchando al cliente.

Los requisitos principales del cliente CTS, no son más que los parámetros de satisfacción de los clientes.

c. Definir objetivo de mejora

Esta etapa es la decisión más importante del proyecto, el objetivo debe ser expresado claramente, y a su vez delimitado, donde se explique el sentido de la mejora a buscar en referencia a un proceso. “No hace falta especificar una meta numérica al definir el objetivo de mejora”.¹²

d. Formalizar el proyecto:

En base a la definición del objetivo y una vez culminadas las actividades anteriores se llega a esta última etapa, en donde se elabora el plan del proyecto de mejorías, el cual abarca la definición del problema, el alcance, la justificación de la relevancia de este proyecto y los objetivos de todas las actividades que se realizarán para cumplir con la meta. Una vez que se realiza la fase Define se obtiene¹³:

- Una visión clara de la importancia del proyecto.
- Un entendimiento claro de las necesidades del cliente.
- Definición precisa del objetivo de mejora.
- Compromiso y soporte de la dirección de empresa.

¹² Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

¹³ Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

3.5.2 Fase measure:

Esta fase tiene como propósito el aseguramiento de la visión del desempeño del proceso que previamente se determinó para ser mejorado. Para esto se utilizan los CTQs, con el fin de determinar los indicadores y tipos de defectos que se utilizarán durante el proyecto.

Posteriormente, se diseña el plan de recolección de datos y se identifican las fuentes de los mismos, llevando a cabo la recolección de las distintas fuentes. Por último, se comparan los resultados actuales con los requerimientos del cliente para determinar la magnitud de la mejora requerida.

Esta fase se encuentra comprendida por cuatro etapas:

a. Mapear el proceso:

Para llevar a cabo el desarrollo de esta etapa se recomienda, previamente realizar un diagrama de flujo del proceso por completo y una narración general del mismo, con el fin de tener un panorama completo donde se presenta el problema, seleccionar los subprocesos y realizar una primera narración de cómo cada uno de estos contribuye a las características del producto final.

Con lo anterior se logra el entendimiento del proceso, tomando en cuenta (metodología SIPOC):

- Suministradores
- Entradas
- Actividades
- Salidas
- Clientes

b. Definir y validar la medición:

En esta etapa se definen las variables a ser medidas, una vez logrado esto se determina y se verifica el método con el cual se las pueda medir de forma consistente.

c. Determinar la estabilidad y capacidad del proceso:

Una vez recolectados datos suficientes que permitan evaluar si el proceso tiene desempeño estable, y estimar la variabilidad del mismo, se logra determinar si el proceso es suficientemente capaz.

d. Confirmar el objetivo del proyecto de mejora.

Revisar y confirmar según toda la información arrojada de las mediciones y actividades anteriores, y determinar si el objetivo elegido es el indicado para un proyecto de mejora dentro de la organización.

Una vez realizadas estas cuatro etapas se tiene:¹⁴

- Visión clara del proceso
- Selección de las variables de respuesta del proceso directamente relacionadas con el objetivo del proyecto de mejoramiento.
- Sistema de medición validado.
- Definición de la capacidad del proceso.
- Objetivo de mejora confirmado, detallado o revisado.
- Actualización del plan o del informe del proyecto de mejoramiento.

3.5.3 Fase analyze:

En esta fase se lleva a cabo el análisis de la información recolectada previamente en la fase Measure, para determinar las causas raíz de los defectos y oportunidades de mejora. Posteriormente se priorizan las oportunidades de mejora, de acuerdo a su importancia para el cliente y la organización. A continuación se identifican y validan sus causas de variación.

Esta fase comprende dos etapas:

¹⁴Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

a. Identificar causas potenciales:

Cuando el problema está claramente identificado se debe movilizar el know-how del equipo para tener un entendimiento profundo del proceso, y con esto poder identificar las causas potenciales del problema, mediante experimentos y mediciones que ayuden a la validación o desecho de las hipótesis planteadas.

b. Seleccionar las causas primarias:

Se selecciona las causas que se crea que son las principales, se explica la razón y se confirma mediante datos que estas causas son las que contribuyen a reducir la variabilidad y mejorar efectivamente el desempeño de la organización y satisfacción del cliente.

3.5.4 Fase improve:

Se proponen, implementan y se evalúan soluciones eficaces que ataquen el problema raíz y demostrar conjuntamente con datos que las soluciones propuestas resuelven el problema y permiten lograr las mejoras buscadas.

También se desarrolla el plan de implementación.

La fase Improve está comprendida por dos etapas:

a. Generar y seleccionar soluciones:

Se genera alternativas de solución que atiendan las diferentes causas para lo cual se debe identificar las variables y oportunidades de mayor impacto para la organización y satisfacción del cliente.

b. Validar la solución:

Aquí se revisa críticamente la solución seleccionada o generada, realizando pruebas piloto y se evalúa la capacidad del proceso. En caso de demostrarse que el proceso es capaz se elabora el plan de implementación de la mejora, caso contrario se consideran nuevas soluciones.

3.5.5 Fase control:

Se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas, lo cual se logra mediante la estandarización y documentación en el cual consten acciones para asegurar el estado y desempeño del proceso a un nivel que satisfaga las necesidades del cliente y de la organización, con miras para la mejora continua.

Esta fase sirve para prevenir que la solución no sea temporal, para lo cual se documenta el nuevo proceso y se genera un plan de monitoreo para asegurar que los conocimientos obtenidos no sean olvidados.

Esta fase comprende dos etapas:

a. Estandarizar las mejoras:

Se aseguran las mejoras a través de cambios en los sistemas y estructuras que forman el proceso, mediante la realización de un plan de implementación el cual tiene que ser revisado, actualizado a la estandarización y documentado con el fin de dar entrenamiento al personal involucrado en los procesos con la finalidad de vigilar y evaluar el desempeño final del proceso en alta escala.

b. Finalizar el proyecto de mejoría:

Aquí se resume todos los resultados finales, las lecciones aprendidas en el desarrollo del proyecto y se termina con un informe sobre los resultados obtenidos con el fin de ponerlos en conocimiento de las personas que están involucradas.

Una vez que se logra esta etapa se obtiene:¹⁵

- Una solución eficaz demostrada por medio de resultados expresivos.
- El objetivo de mejora es alcanzado o superado.
- Proceso colocado en nivel superior de desempeño.
- Know-how acumulado.
- Clientes satisfechos.

¹⁵ Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

A continuación detallaremos las distintas fases con sus respectivas herramientas que se utilizan en la metodología Seis Sigma.

3.6 METODOLOGÍA SIX SIGMA PLUS - DMAIC Y HERRAMIENTAS DE APOYO - GREEN BELT

Ilustración 3-3, Metodología Seis Sigma y herramientas¹⁶

SIX SIGMA PLUS DMAIC - GREEN BELT		Matriz Priorización	Análisis de Pareto	CT Flowdown	Diagrama SIPOC macro	Project Charter/report	Diagrama SIPOC detallado	Estadística Descriptiva	Matriz Causa Efecto	Isoplot	Estudio de Capacidad	Análisis de Causa Efecto	Diagrama de Dispersión	Análisis Multi-Vari	Brainwriting/Afinidad	Diagrama Sol. Conflicto	Análisis Fallas Potenciales	Diagrama de Árbol	Árbol de Contingencias	Técnicas Estandarización	CEP
		<ul style="list-style-type: none"> ● muy impactante ○ poco impactante 																			
Definir	Definir foco de mejora	●	●																		
	Identificar características críticas			●																	
	Definir objetivo de mejora			○	○		○														
	Formalizar el proyecto de mejora					●															
Medir	Mapear el proceso			○		●															
	Definir y validar la medición			○		○		●	●												
	Determinar a estb./cap. Proceso						○			●											
	Confirmar objetivo del proyecto					●															
Analizar	Identificar causas potenciales					○		○		○	●						○				
	Seleccionar causas primarias		○			●	○					○	●				○				
Mejorar	Generar/seleccionar solución	●													●	●					
	Validar solución					●	○			●							●	●	●		●
Controlar	Estandarizar las mejoras					●														●	●
	Finalizar el proyecto de mejora					●															●

Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

Con estas se logrará realizar el análisis y la evaluación de los problemas anteriormente planteados, con el fin de plantear adecuadas medidas de acción, para alcanzar los objetivos previstos.

A continuación se explica brevemente las herramientas principales que serán utilizadas en el desarrollo del estudio del presente proyecto.

3.6.1 Matriz de priorización

La matriz de priorización es una técnica muy útil que ayuda a clasificar problemas o asuntos de acuerdo a un criterio de valoración, de esta forma

¹⁶ Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

muestra cuales son los problemas más importantes sobre los que se debe trabajar de manera inmediata. Se llega a obtener un consenso sobre un asunto específico.

Es una tabla que contiene tantas líneas y columnas de acuerdo al número de alternativas y criterios que se hayan escogido, se utiliza una escala adecuada de calificación que permitirá obtener primero los criterios más relevantes que serán considerados, y luego relacionarlos con las alternativas, lo cual dará como resultado una matriz síntesis en la cual se halla la solución más adecuada para los problemas críticos existentes dentro de la organización.

3.6.2 Análisis de Pareto

Este análisis se lleva a cabo cuando se dispone de varios datos y temas para adquirir una visión más clara y priorizada de un determinado factor. Se logra en base a la visualización y entendimiento de lo que muestra un gráfico de barras, el cual contiene una comparación ordenada de factores relativos a un problema. Esta comparación va a ayudar a identificar y enfocar los pocos factores vitales diferenciándolos de los muchos factores triviales (útiles), para poder tomar una mejor decisión.

Mediante este diagrama normalmente se pueden detectar las causas más relevantes, cumpliéndose que por lo general el 20% de las causas provocan el 80% del problema, y allí es donde se debe atacar.

Ilustración 3-4, Diagrama de Pareto¹⁷

3.6.3 CT Flowdown (Critical-To-Flowdown)

Esta herramienta se basa previamente en el diagrama de árbol en el cual se detallan las características críticas de satisfacción para el cliente. Una vez obtenido esto se procede a realizar una matriz tanto del producto como de los procesos, las cuales al ser asociadas se las prioriza con el fin de identificar y definir una solución o mejora a ser tratada.

3.6.4 Diagrama SIPOC

El diagrama SIPOC (Supplier, Input, Process, Output, Customer), permite documentar de forma clara y visual un determinado proceso a ser analizado. Este puede ser tanto a nivel macro como a nivel detallado, pero cual sea que fuera el caso, se deben identificar las entradas y salidas significativas del proceso que repercutan para la satisfacción de los clientes y los objetivos estratégicos de la empresa.

3.6.5 Histograma

Es un gráfico de barras verticales que permite asociar variables según determinados criterios con el propósito de comparar sus frecuencias o número

¹⁷<http://www.programaempresa.com/empresa/empresa.nsf/paginas/F0216EF8AA41D80AC125702800566A32?OpenDocument>

de veces que ocurre un determinado evento, para así obtener información sobre el comportamiento y anomalías de una determinada cantidad de datos, por lo general un número alto.

Todo esto se realiza con el fin de obtener ayuda que nos guíe a tomar una mejor decisión sobre lo buscado.

3.6.6 Matriz causa-efecto

La matriz de causa y efecto es una herramienta simple pero a su vez muy poderosa, con la cual se alinean las entradas importantes del proceso con las necesidades de los clientes.

Esta matriz a su vez sirve para identificar las operaciones críticas de los procesos, pero con un grado de detalle mayor al de las herramientas utilizadas anteriormente como son: la matriz CTX, el árbol CTX, y el SIPOC detallado. Esto se debe a que en esta matriz todos los resultados obtenidos de las herramientas antes mencionadas son las entradas con las cuales se va a priorizar, es decir una vez realizado el proceso de valorizar a cada una de las entradas de acuerdo a su impacto dentro del proceso y las necesidades del cliente se facilita la identificación de las operaciones que tienen el mayor potencial para ser mejoradas.

3.6.7 Análisis de causa-efecto

Este análisis tiene como objetivo el de identificar las causas primarias del problema, para esto se recurre al conocimiento y a la intuición que se tiene sobre el proceso, con el fin de levantar la mayor cantidad de posibles causas potenciales que afectan al proceso, estas causas son comprobadas mediante datos para así seleccionar las verdaderas causas sobre las cuales se llevará a cabo el plan de acción.

La herramienta más conocida para encontrar las causas a partir de un efecto o síntoma conocido sobre el proceso, es la espina de pescado, diagrama causa

efecto o diagrama de Ishikawa, con la cual a partir de un problema (efecto) se identifica las causas de acuerdo a las diferentes entradas del proceso, es decir por medio de categorías, estas son comúnmente maquinaria, mano de obra, método, materiales, etc. La finalidad de esta herramienta es poder identificar los problemas de cada entrada y poderlas jerarquizar de acuerdo al impacto que generan sobre el problema.

3.6.8 Árbol de contingencias

Es también conocido con el nombre de PDPC (Process Decision Program Chart), sirve para anticipar los problemas potenciales antes de llevar a cabo una implementación de un plan de acción. Mediante esta herramienta se identifica y se selecciona contramedidas que evitan que el problema ocurra, mediante acciones preventivas o alternativas si es que el problema se llega a dar.

Mediante el uso de esta herramienta se aumentan las posibilidades de alcanzar a tiempo, es decir sin retrasar los objetivos, o a su vez sin tener un costo adicional para la consecución de los mismos.

3.6.9 Diagrama de dispersión

Es una gráfica que contiene de 20 a 100 datos que serán analizados. La finalidad de esta herramienta es la de encontrar la posible correlación entre dos variables.

Mediante el uso de esta herramienta se puede confirmar o descartar una hipótesis planteada sobre la relación existente entre dos variables del proceso. Esta gráfica nos indica la fuerza o el grado de relación que tienen estas dos variables mediante la evaluación visual y numérica.

3.6.10 Gráficas de control

Esta gráfica contempla en una línea central (por lo general viene dada por la media aritmética), otra línea colocada por encima de la línea central y otra por debajo (son los límites de control), y dentro o fuera de estos valores específicos registrados que representa el estado o comportamiento del proceso.

Se dice que si dichos valores ocurren dentro de los límites de control y sin ninguna forma especial, el proceso se encuentra bajo control; en caso contrario el proceso está fuera de control.

Las gráficas de control en base a la comparación gráfica de los datos de desempeño (grupos de mediciones), son utilizadas para diagnosticar y supervisar los procesos con el fin de identificar diversas anomalías y posibles inestabilidades.

Se sabe que la calidad de un determinado producto inevitablemente sufrirá debido a la presencia de variaciones, estas variaciones del proceso tienen causas y éstas están clasificadas en dos tipos:

- a) Causas debidas al azar (común o aleatorio), que es inherente al proceso, son inevitables en el proceso.
- b) Causas asignables (especial o atribuible), ya que existen factores significativos para ser investigados, son evitables y no se deben pasar por alto.

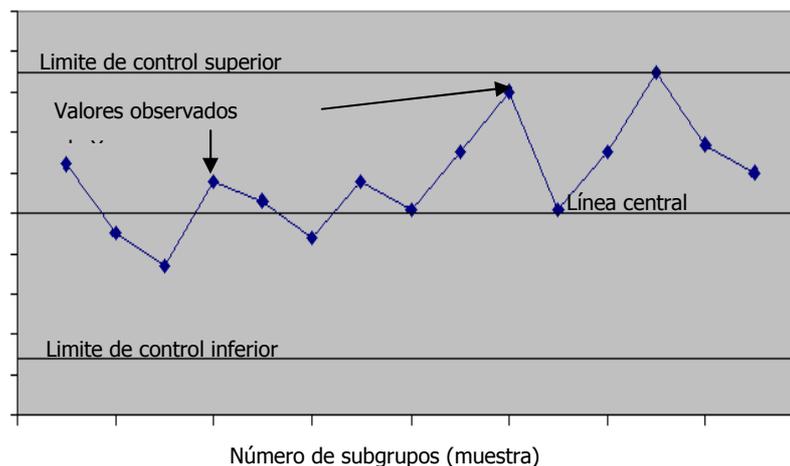
3.6.10.1 Establecer una gráfica de control requiere los siguientes pasos:¹⁸

- a. Elegir la característica que debe graficarse.
- b. Elegir el tipo de gráfica de control

¹⁸ <http://www.scribd.com/doc/16623/Graficos-de-Control>

- c. Decidir la línea central que debe usarse y la base para calcular los límites. La línea central puede ser el promedio de los datos históricos o puede ser el promedio deseado.
- d. Seleccionar el subgrupo racional. Cada punto en una gráfica de control representa un subgrupo que consiste en varias unidades de producto.
- e. Proporcionar un sistema de recolección de datos si la gráfica de control ha de servir como una herramienta cotidiana en la planta.
- f. Calcular los límites de control y proporcionar instrucciones específicas sobre la interpretación de los resultados y las acciones que debe tomar cada persona en producción. Últimamente graficar los datos e interpretarlos.

Ilustración 3-5, Ejemplo Gráfica de control



Fuente: www.scribd.com

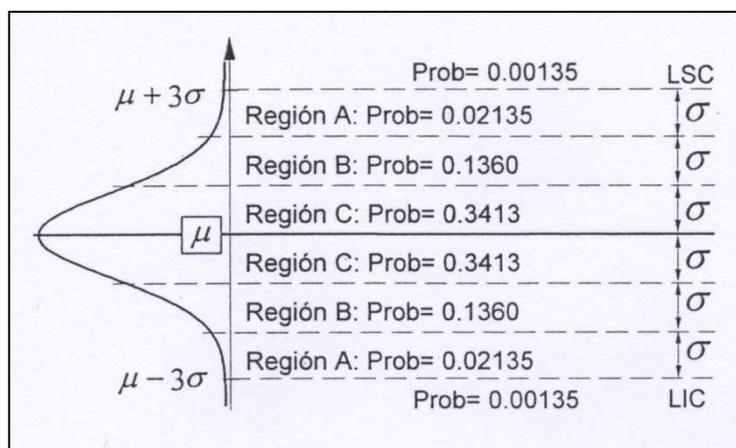
Por último se menciona los tipos de gráficas de control, las cuales se clasifican en dos, una para valores continuos y otra para valores discretos. “Los tipos de gráfica prescritos por JIS* se muestran en la siguientes tabla:”

Tabla 3-1, Tipos de gráficas de control¹⁹

VALOR CARACTERÍSTICO	NOMBRE
Valor Continuo	Valor promedio y rango (Gráfica \bar{x} - R)
	Variable de medida (Gráfica x)
Valor Discreto	Número de unidades defectuosas (Gráfica pn)
	Fracción de unidades defectuosas (Gráfica p)
	Número de defectos (Gráfica c)
	Número de defectos por unidad (Gráfica u)

3.6.10.2 Análisis e interpretación de la gráfica de control:

Una vez que se dispone de la gráfica de control, lo más importante es saber leer y captar cual es el estado del proceso, para poder correctamente y de forma acertada conocer cual sea la decisión a tomar. Para llegar a esto se realiza un test para detectar inestabilidades lo cual se logra juzgando mediante los siguientes criterios:

Ilustración 3-6, Test para detectar inestabilidad²⁰

- Un punto fuera de la zona A o más allá (fuera de los límites).
- Dos de cada tres puntos seguidos en la zona A o más allá (los dos puntos deben estar en el mismo lado del gráfico).

¹⁹Hitoshi Kume, Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad.

*JIS son las siglas de las Normas Industriales Japonesas o Japanese Industrial Standards.

²⁰ Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

- Cuatro de cada cinco puntos seguidos en la zona B o más allá (los cuatro puntos deben estar en el mismo lado del gráfico).
- Nueve puntos seguidos en la zona C o más allá (los nueve puntos deben estar en el mismo lado del gráfico).
- Seis puntos seguidos con aumento o disminución estables (tendencia).
- Catorce puntos seguidos alternando arriba y abajo (periodicidad).
- Quince puntos seguidos en la zona C (arriba y debajo de la recta central; estratificación).
- Ocho puntos seguidos a ambos lados de la recta central, ninguno de ellos en la zona C (mezcla).

Con ayuda del mencionado test se logra identificar el índice de inestabilidad “ S_t ”, el mismo que mide que tan inestable es un proceso y se obtiene de:

$$S_t = \frac{\text{Número de puntos especiales}}{\text{Número total de puntos}} \times 100$$

3.6.11 Análisis de fallas potenciales

Es una herramienta simplificada de la técnica FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), que permite definir las causas potenciales (errores o fallas) de los problemas existentes en las diversas actividades de un proceso, y, mediante una estimación de factores significativos (severidad y ocurrencia) de dichas causas, se obtiene el riesgo del mismo, con el cual se logra identificar de forma sistemática acciones preventivas para mejorar la calidad y confiabilidad del proceso.

3.6.12 Diagrama de afinidad

Método que parte de la generación de ideas individuales y de forma escrita de un grupo de trabajo, que al disponer de una buena cantidad de ideas, el mismo grupo se une a sintetizar y agrupar los elementos que tienen más relación y que son más similares, con el fin de encontrar una sola solución clave y clara para el problema que está siendo tratado.

Cabe mencionar que es útil cuando no hay suficiente conocimiento por parte del grupo de las causas del problema ocurrente, o cuando el problema es complejo y difícil de entender.

3.6.13 Diagrama de árbol

El diagrama de árbol consiste en diseñar de forma detallada y sistemática como poder alcanzar los objetivos necesarios para obtener un logro determinado.

Todo esto conlleva a ir especificando la interrelación que precisen los medios, tareas y actividades que deben existir para superar el problema a resolver.

En otras palabras se tiene que, para alcanzar el logro buscado, se parte de una meta general (objetivo de primer nivel), continúa con la identificación de niveles más detallados (objetivos de segundo nivel), y luego con niveles más específicos (objetivos de tercer nivel); los mismos que deben ser superados para obtener como resultado un todo, el cual es el logro.

3.6.14 Análisis del sistema de medición

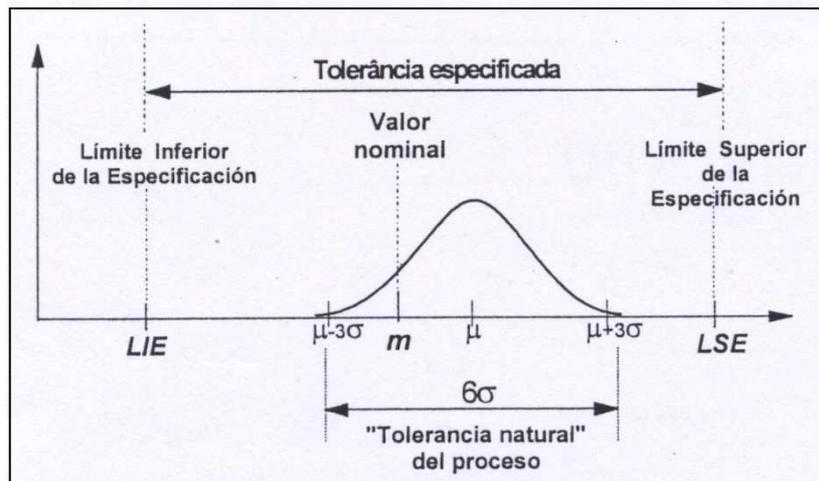
Existen varios métodos y herramientas para poder llevar a cabo el análisis del sistema de medición con el cual se opera normalmente dentro de un proceso, por lo cual el momento en que se llegue a requerir de este análisis, se verá la herramienta que sea más adecuada para llevar a cabo el estudio y se explicará; pero cabe mencionar, que este análisis no es más que la evaluación y verificación de un determinado proceso o equipo si es capaz de funcionar de forma eficiente referente a lo que se requiere, y de ser así, pues será validado, caso contrario se determinarán cambios para alcanzar la mejora necesaria.

3.6.15 Análisis de capacidad de un proceso

La capacidad del proceso es una comparación de la variabilidad que se tiene en el proceso productivo frente a las especificaciones o requerimientos del producto.

Es decir, el estado de control para producir productos dentro de los límites de especificación de calidad. Mediante esta medición se puede determinar las unidades o el porcentaje de la producción que está ubicada dentro de los límites tanto superior como inferior, especificados por el cliente (LIE y LSE).

Ilustración 3-7, Capacidad de un proceso²¹



ÍNDICE C_p

El índice de capacidad potencial o corto plazo (C_p) compara el ancho de las especificaciones o la variación tolerada para el proceso con la amplitud de variación real del proceso. Indica la capacidad potencial del mismo.

El índice C_p se define de la siguiente manera:

$$C_p = \frac{\text{Tolerancia especificada}}{\text{Tolerancia natural}} = \frac{LSE - LIE}{6\sigma}$$

PROCESOS n SIGMA

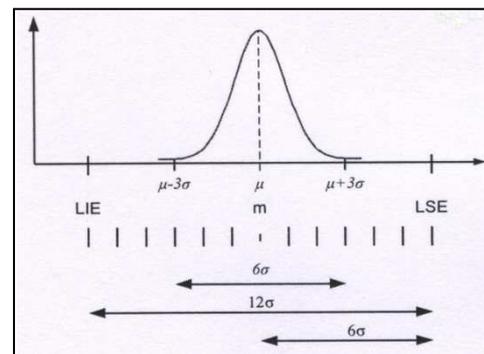
Los procesos productivos dentro de las organizaciones pueden ser de n valor de sigmas, con esto se quiere decir que la distancia entre la media y el límites de especificación es medida en sigmas, un proceso se puede definir como 1σ , 2σ , etc. Mediante el cual aplicando la fórmula de C_p , la mayoría de los procesos productivos se encuentran en el rango de 1 a 1,33. Es decir, estos procesos comúnmente son procesos de 3σ o máximo 4σ .

²¹ Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

Para poder obtener un proceso con métrica seis sigma y $C_p=2$ es necesario realizar un análisis beneficio-costos para cada caso de la aplicación, con lo cual la disminución de los costos de calidad y la competitividad que se llegue a alcanzar mediante esta implementación represente una utilidad frente a la inversión que la organización realizó.

Ilustración 3-10, Proceso Seis Sigma²⁴

$$C_p = \frac{12\sigma}{6\sigma} = 2$$

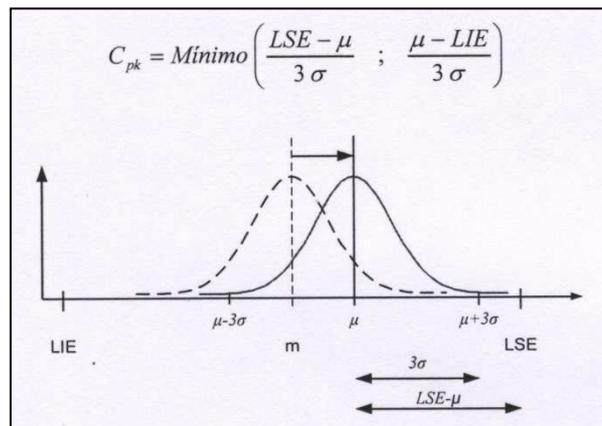


ÍNDICE DE CAPACIDAD REAL C_{PK}

Regularmente en la realidad la distribución normal de un proceso no es centrada, por lo tanto se utiliza el índice de capacidad real C_{PK} , el cual evalúa el desplazamiento de la media de acuerdo a los límites de especificación.

Un proceso seis sigma según estudios realizados en procesos reales, tiene como valores un $C_p=2$ y un valor de $C_{PK}=1,5$.

²⁴ Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

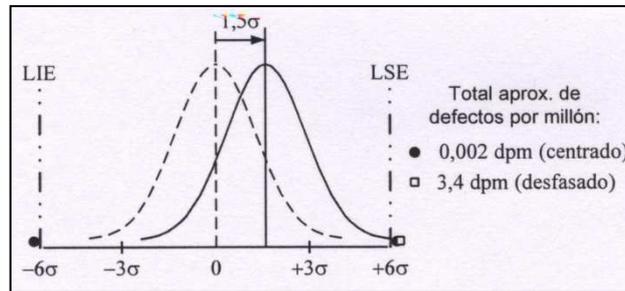
Ilustración 3-11, Índice de capacidad real²⁵

MEDICIÓN EN DEFECTOS POR MILLÓN

Según los creadores del concepto “sigma”, los procesos estándar tienen un desplazamiento de la media de hasta $1,5\sigma$ en lo referente a las desviaciones típicas de la media del proceso en relación a los límites de especificación que se definan. Para la cual un proceso estándar tiende a cubrir este rango con aproximadamente seis veces su desviación estándar, es decir $(\mu-3\sigma$ y $\mu+3\sigma)$, y aceptando el desplazamiento de su media en $1,5\sigma$ el número de oportunidades o partes fuera de los límites de especificación es de casi 67.000 (ppm), con lo cual se obtiene un nivel de calidad de 93,32%.

Pero implementando el proceso seis sigma, se tiene una menor variabilidad, ya que se cubren estos rangos con doce veces su desviación estándar $(\mu-6\sigma$ y $\mu+6\sigma)$, y aceptando la misma desviación de su media en $1,5\sigma$ el proceso se vuelve capaz de producir tan solo 3,4 (ppm), lo que equivale a un nivel de calidad de 99,9997%.

²⁵ Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

Ilustración 3-12, Capacidad de un proceso a seis sigma²⁶

En la siguiente tabla se presenta el número de errores en ppm correspondientes a diferentes niveles sigma de un determinado proceso:

Tabla 3-2, Equivalencia nivel sigma por PPM²⁷

Nivel Sigma	PPM	Nivel Sigma	PPM	Nivel Sigma	PPM
6,27	1	5,25	90	3,91	8000
6,12	2	5,22	100	3,87	9000
6,00	3,4	5,04	200	3,83	10000
5,97	4	4,93	300	3,55	20000
5,91	5	4,85	400	3,38	30000
5,88	6	4,79	500	3,25	40000
5,84	7	4,74	600	3,14	50000
5,82	8	4,69	700	3,05	60000
5,78	9	4,66	800	2,98	70000
5,77	10	4,62	900	2,91	80000
5,61	20	4,59	1000	2,84	90000
5,51	30	4,38	2000	2,78	100000
5,44	40	4,25	3000	2,34	200000
5,39	50	4,15	4000	2,02	300000
5,35	60	4,08	5000	1,75	400000
5,31	70	4,01	6000	1,50	500000
5,27	80	3,96	7000		

Y para obtener mayor exactitud en la estimación de dicho valor, se puede realizar el cálculo con ayuda de la web ingresando en el buscador “sigma calculator”.²⁸

Damos a conocer otro indicador, el cual nos sirve para calcular el rendimiento en base a lo visto:

$$R = \left(1 - \frac{PPM}{1000000} \right) \times 100$$

²⁶ Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

²⁷ Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

²⁸ <http://www.sixsigmaspc.com/index.html#FreeSixSigmaCalculator>

4 CAPITULO 4: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

4.1 FASE DEFINE

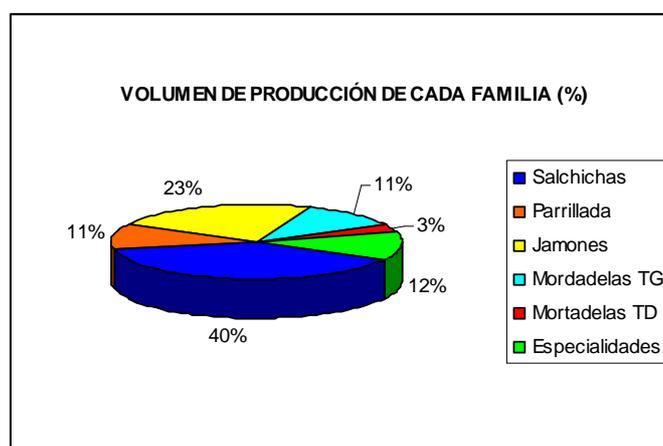
4.1.1 Definición del foco de mejora:

En esta etapa se procede a identificar el proceso productivo clave el cual genere mayor impacto tanto para la organización como para los clientes, y a la vez determinar las características y parámetros críticos que repercuten en el mismo para la satisfacción del cliente.

Para la determinación del proceso en el que se llevará a cabo el estudio, se realizó un consenso conjuntamente con la dirección de la empresa, en el que se estableció que se debía previamente identificar la familia de productos que genere el mayor volumen de producción, ya que con el proyecto se intenta reducir la mayor cantidad de desperdicios y defectos.

Para lo anteriormente acordado es necesario determinar las distintas familias de productos, recopilar información acerca de la producción promedio mensual de cada uno de ellas (Ver Anexo 1), y según esto analizarlas y priorizarlas, para lo cual se utiliza un diagrama que permita apreciar gráficamente lo mencionado:

Ilustración 4-1, Volumen de producción de cada familia



Elaborado por Israel Naranjo y Roberto Salazar

Gracias al resultado del diagrama, se puede observar claramente que la familia de productos de mayor volumen de producción es la de productos tipo salchichas en tripa de celulosa; pero tras haber gran cantidad de tipos de productos dentro de la misma, y por lo que llevaría demasiado tiempo el estudio de todos ellos, se tomó la decisión conjuntamente con la alta dirección de la empresa que el proyecto se concentrará únicamente en los principales.

Por tal motivo se identifica de forma gráfica el comportamiento de los productos que generen la mayor cantidad de volumen de producción, mayor margen de ganancia, mayor cantidad de recortes y mayor cantidad de desperdicios dentro de la familia de salchichas en tripa de celulosa (Ver Anexo 2), con el fin de realizar luego una matriz de priorización pero ya teniendo un adecuado conocimiento del comportamiento de cada producto en sus diferentes términos. Una vez concluido lo que hasta aquí se ha mencionado, se realiza posteriormente una matriz síntesis para analizar los resultados para poder seleccionar el producto vital.

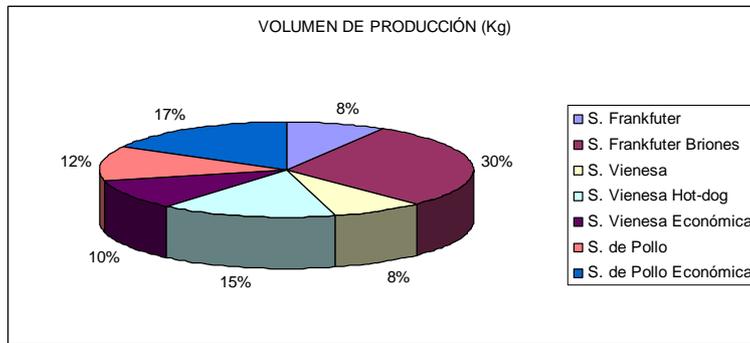
Antes de continuar se da a conocer los productos que conforman la familia de salchichas en tripa de celulosa:

1. Salchicha Frankfuter.
2. Salchicha Frankfuter Briones.
3. Salchicha Vienesa.
4. Salchicha Vienesa Hot-dog.
5. Salchicha Vienesa Económica.
6. Salchicha de Pollo.
7. Salchicha de Pollo Económica.

Teniendo claro todos los productos, a continuación tenemos el comportamiento de cada uno de ellos respecto a:

Volumen de producción:

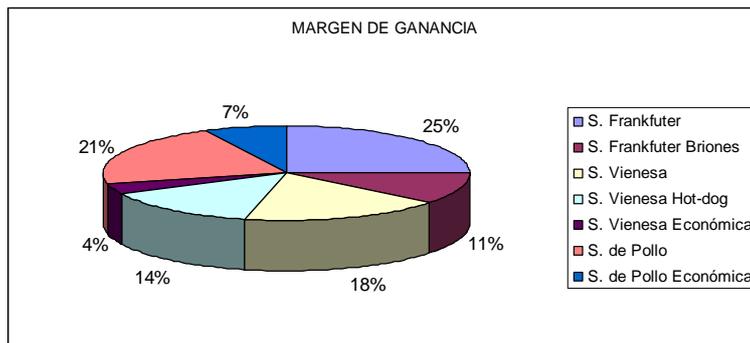
Ilustración 4-2, Volumen de Producción



Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Margen de ganancia:

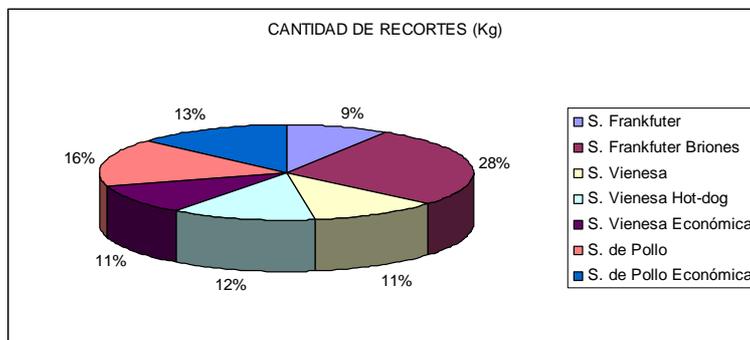
Ilustración 4-3, Margen de ganancia



Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Cantidad de recortes:

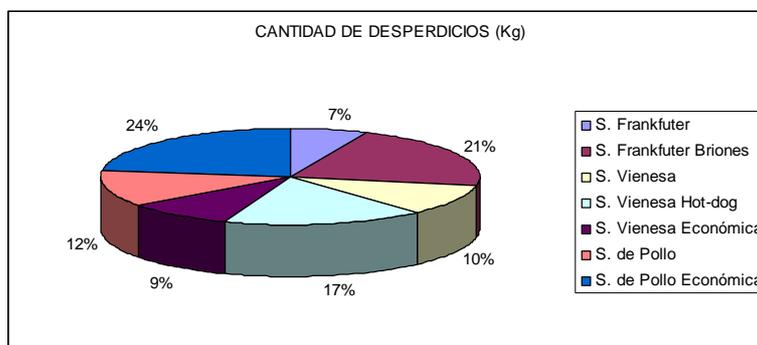
Ilustración 4-4, Cantidad de recortes



Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Cantidad de desperdicios:

Ilustración 4-5, Cantidad de desperdicios



Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Gracias a los gráficos obtenidos, se puede analizar y saber con certeza el comportamiento de cada producto en los diferentes términos que se ha planteado, y con esto poder continuar con el siguiente paso que es armar la matriz de priorización considerando los comportamientos determinados, y los criterios y alternativas mencionados más abajo, con el único fin de identificar los productos que representen mayores beneficios tanto para la empresa como para los clientes, y a la vez poder tener mayor éxito en la aplicación de la metodología y el proyecto propuesto:

Criterios:

- A. Mayor volumen de producción.
- B. Mayor margen de ganancia para la empresa.
- C. Mayor cantidad de recortes.
- D. Mayor cantidad de desperdicios.
- E. Facilidad de implementar la metodología y en corto tiempo.

Alternativas:

- a. S. Frankfuter.
- b. S. Frankfuter Briones.
- c. S. Vienesas.
- d. S. Vienesas Hot-dog.
- e. S. Vienesas Económica.

- f. S. de Pollo.
- g. S. de Pollo Económica.

Una vez definidos los criterios, atribuimos los pesos de importancia relativa a los mismos, para lo cual se llena una matriz considerando las siguientes puntuaciones:

- ✓ Mucho más importante = 9
- ✓ Más importante = 7
- ✓ Igualmente importante = 5
- ✓ Menos importante = 3
- ✓ Mucho menos importante = 1

Con estos criterios y puntuaciones, se procedió a armar la matriz, con lo que se obtuvo:

Tabla 4-1, Matriz de Priorización

CRITERIOS	A	B	C	D	E	SUMA	PORCENTAJE
A		7	5	7	7	26	26,0%
B	3		5	5	7	20	20,0%
C	5	5		7	7	24	24,0%
D	3	5	3		7	18	18,0%
E	3	3	3	3		12	12,0%
	ACUMULADO					100	100,0%

Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

El siguiente paso es construir las matrices de priorización relacionando todas las alternativas para cada uno de los criterios. La puntuación que se utiliza dentro de estas matrices para ponderar mencionada relación, es la siguiente:

- ✓ Cumple mucho más = 9
- ✓ Cumple más = 7
- ✓ Cumple igualmente = 5
- ✓ Cumple menos = 3
- ✓ Cumple mucho menos = 1

Una vez conocidos estos conceptos, se arman las matrices, y se obtuvo:

Para el criterio A:

Tabla 4-2, Criterio A

ALTERNATIVAS	a	b	c	d	e	f	g	SUMA	PORCENTAJE
a		1	5	3	3	3	1	16	7,62%
b	9		9	9	9	9	7	52	24,76%
c	5	1		3	3	3	3	18	8,57%
d	7	1	7		7	7	3	32	15,24%
e	7	1	7	3		3	3	24	11,43%
f	7	1	7	3	7		3	28	13,33%
g	9	3	7	7	7	7		40	19,05%
							ACUMULADO	210	100,00%

Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Para el criterio B:

Tabla 4-3, Criterio B

ALTERNATIVAS	a	b	c	d	e	f	g	SUMA	PORCENTAJE
a		9	7	7	9	7	9	48	22,86%
b	1		3	3	9	3	7	26	12,38%
c	3	7		7	9	3	9	38	18,10%
d	3	7	3		9	3	9	34	16,19%
e	1	1	1	1		1	3	8	3,81%
f	3	7	7	7	9		9	42	20,00%
g	1	3	1	1	7	1		14	6,67%
							ACUMULADO	210	100,00%

Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Para el criterio C:

Tabla 4-4, Criterio C

ALTERNATIVAS	a	b	c	d	e	f	g	SUMA	PORCENTAJE
a		1	3	3	3	3	3	16	7,62%
b	9		9	9	9	7	9	52	24,76%
c	7	1		3	5	3	3	22	10,48%
d	7	1	7		7	3	3	28	13,33%
e	7	1	5	3		3	3	22	10,48%
f	7	3	7	7	7		7	38	18,10%
g	7	1	7	7	7	3		32	15,24%
							ACUMULADO	210	100,00%

Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Para el criterio D:

Tabla 4-5, Criterio D

ALTERNATIVAS	a	b	c	d	e	f	g	SUMA	PORCENTAJE
a		1	3	1	3	3	1	12	5,71%
b	9		9	3	9	3	3	36	17,14%
c	7	1		3	7	3	1	22	10,48%
d	9	7	7		7	7	3	40	19,05%
e	7	1	3	3		3	1	18	8,57%
f	7	7	7	3	7		1	32	15,24%
g	9	7	9	7	9	9		50	23,81%
							ACUMULADO	210	100,00%

Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Para el criterio E:

Tabla 4-6, Criterio E

ALTERNATIVAS	a	b	c	d	e	f	g	SUMA	PORCENTAJE
a	5	5	5	5	5	5	5	30	14,29%
b	5	5	5	5	5	5	5	30	14,29%
c	5	5	5	5	5	5	5	30	14,29%
d	5	5	5	5	5	5	5	30	14,29%
e	5	5	5	5	5	5	5	30	14,29%
f	5	5	5	5	5	5	5	30	14,29%
g	5	5	5	5	5	5	5	30	14,29%
							ACUMULADO	210	100,00%

Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Para finalizar se necesita analizar los datos hasta aquí conseguidos, y para esto se construye una matriz síntesis, la cual abarca todos los pesos de cada criterio y los grados de adecuación correspondientes a las alternativas, y realizando una suma producto entre criterios y cada una de las alternativas, se obtendrá la puntuación final que representa a la prioridad de cada una de ellas, la misma que permite seleccionar con certeza el producto más representativo para seguir con el estudio.

Tabla 4-7, Matriz Síntesis

		CRITERIOS					PORCENTAJE
		A	B	C	D	F	
		Mayor volumen de producción	Mayor margen de ganancia para la empresa	Mayor cantidad de recortes	Mayor cantidad de desperdicios	Facilidad de implementar la metodología y en corto tiempo	
ALTERNATIVAS		0,26	0,20	0,24	0,18	0,12	
a	S. Frankfuter	0,08	0,23	0,08	0,06	0,14	11,12%
b	S. Frankfuter Briones	0,25	0,12	0,25	0,17	0,14	19,66%
c	S. Vienesas	0,09	0,18	0,10	0,10	0,14	11,96%
d	S. Vienesas Hot-dog	0,15	0,16	0,13	0,19	0,14	15,54%
e	S. Vienesas Económica	0,11	0,04	0,10	0,09	0,14	9,50%
f	S. de Pollo	0,13	0,20	0,18	0,15	0,14	16,27%
g	S. de Pollo Económica	0,19	0,07	0,15	0,24	0,14	15,94%

Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Gracias a la participación de la alta dirección de la empresa, conjuntamente con los que se realizó el proyecto, se obtiene la matriz síntesis; y realizando un análisis de dicha matriz, se puede determinar claramente que el producto "b" (Salchichas Frankfuter Briones) es el que representa mayor lucratividad para la empresa y satisfacción de los clientes, y a la vez, es el que presenta mejores

condiciones para llevar a cabo el estudio y la aplicación de la metodología Seis Sigma.

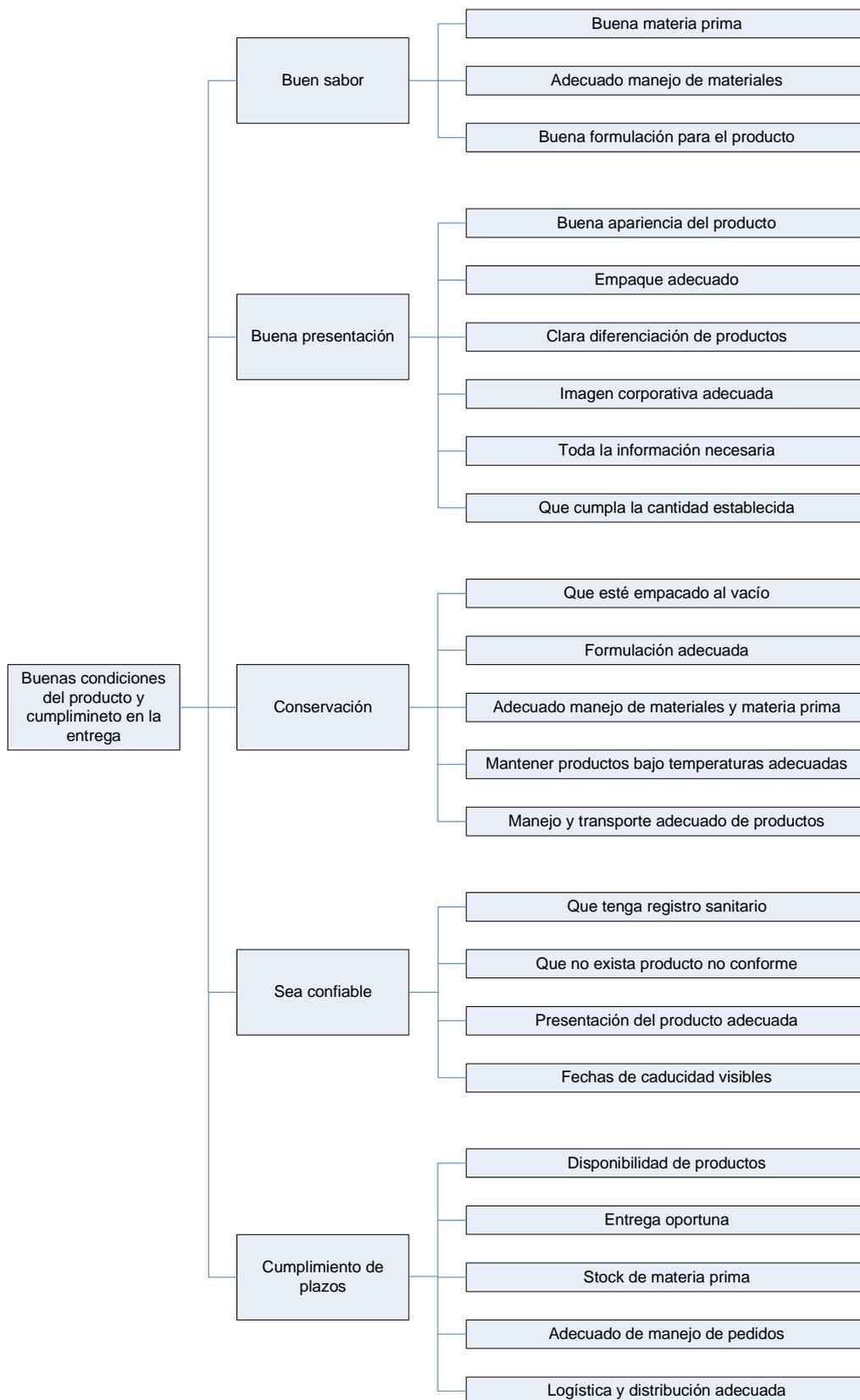
Cabe mencionar que el estudio realizado sobre el producto identificado, sirve de base para la implementación de la metodología en el resto de productos que ofrece la empresa, ya que los procesos de producción para los mismos, son similares y siguen por lo general una misma línea de elaboración; en otras palabras, las soluciones y mejoras que se encuentren y determinen con este estudio, servirán como referencia para los demás productos.

4.1.2 Identificación de las características críticas.

En esta etapa se utiliza como herramienta el CT Flowdown, ya que se requiere especificar las características críticas para la calidad y productividad, conocidas como “CTS” (Critical To Satisfaction), mediante las cuales se evaluarán los atributos del producto, buscando la entera satisfacción del cliente.

Para identificar las CTS de los procesos que intervienen en la elaboración de los productos priorizados en la etapa anterior, se necesita diseñar de una forma detallada y sistemática lo que se debe lograr con el producto para mantener al cliente satisfecho, para lo cual se utiliza como herramienta un diagrama de árbol, con el fin de superar los problemas existentes. A continuación se detalla las CTS que se obtuvieron gracias a la colaboración de la alta dirección de la empresa:

Ilustración 4-6, Características críticas para satisfacción



Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Una vez que se identifica todas las características críticas interesadas, se debe analizarlas, para definir cuales de ellas son las de más impacto tanto para el cliente como para la organización, para lo cual se utiliza una matriz para priorizarlas mediante el índice de importancia del cliente (IIC) y el grado de no conformidad (GNC).

Los valores que se considerarán para calificar tanto los de IIC y los de GNC, se detallan a continuación:

IIC		GNC	
Muy importante	= 9	Muy alto	= 9
Importante	= 7	Alto	= 7
Medianamente importante	= 5	Medio	= 5
Poco importante	= 3	Bajo	= 3
Muy poco importante	= 1	Muy bajo	= 1

Basándonos en el diagrama de árbol, armamos la matriz de características CTS, con lo que obtenemos:

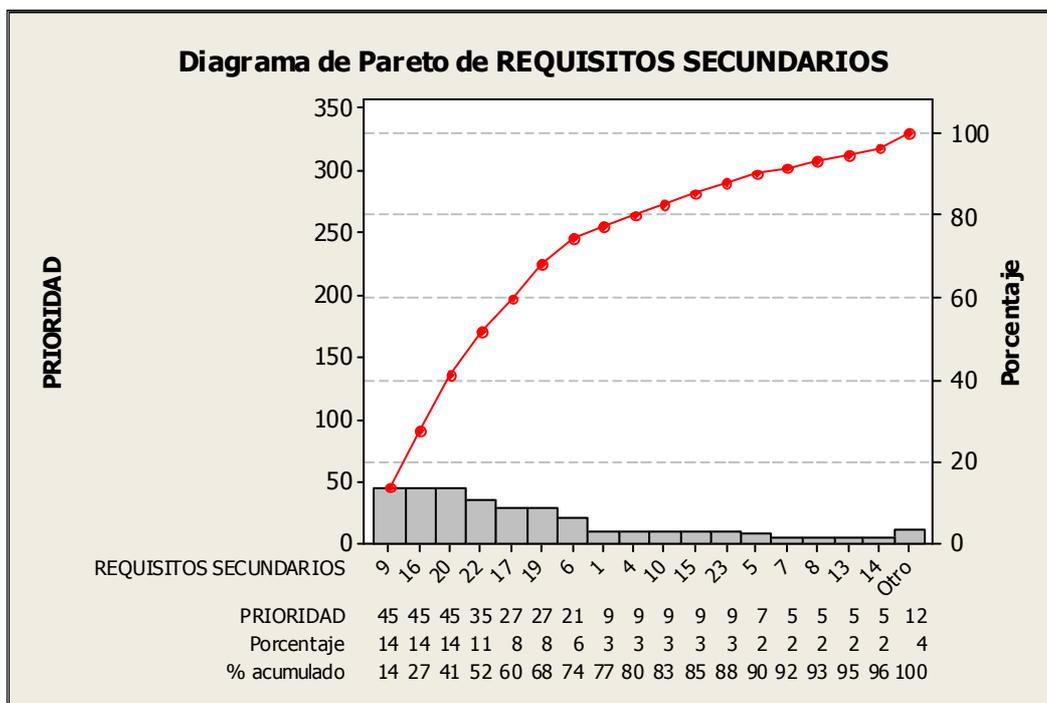
Tabla 4-8, Matriz de características CTS

CARACTERISTICAS CTS	IIC	GNC	PRIORIDAD
1 Buena materia prima	9	1	9
2 Adecuado manejo de materiales	1	1	1
3 Buena formulación para el producto	1	1	1
4 Buena apariencia del producto	9	1	9
5 Empaque adecuado	7	1	7
6 Clara diferenciación de productos	7	3	21
7 Imagen corporativa adecuada	5	1	5
8 Toda la información necesaria	5	1	5
9 Que cumpla la cantidad establecida	9	5	45
10 Que esté empacado al vacío	9	1	9
11 Formulación adecuada	1	1	1
12 Adecuado manejo de materiales y materia prima	3	1	3
13 Mantener productos bajo temperaturas adecuadas	5	1	5
14 Manejo y transporte adecuado de productos	5	1	5
15 Que tenga registro sanitario	9	1	9
16 Que no exista producto no conforme	9	5	45
17 Presentación del producto adecuada	9	3	27
18 Fechas de caducidad visibles	3	1	3
19 Disponibilidad de productos	9	3	27
20 Entrega oportuna	9	5	45
21 Stock de materia prima	1	3	3
22 Adecuado de manejo de pedidos	7	5	35
23 Logística y distribución adecuada	3	3	9

Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Para poder analizar la matriz se utilizó el diagrama de Pareto, con el fin de identificar y enfocarse en los pocos factores vitales. Gracias al programa Minitab se obtuvo:

Ilustración 4-7, Análisis de Pareto de las características de satisfacción



Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Analizando y resumiendo el diagrama se obtienen las características CTS claves (atributos), las cuales serán útiles al momento de armar y analizar la matriz CTY (criticas para el producto), las cuales son:

Tabla 4-9, Características CTS

ATRIBUTOS CTS CLAVES	PORCENTAJE
1 Que cumpla la cantidad establecida	13,68%
2 Que no exista producto no conforme	13,68%
3 Entrega oportuna	13,68%
4 Adecuado de manejo de pedidos	10,64%
5 Disponibilidad de productos	8,21%
6 Presentación del producto adecuada	8,21%
7 Clara diferenciación de productos	6,38%
TOTAL	74,47%

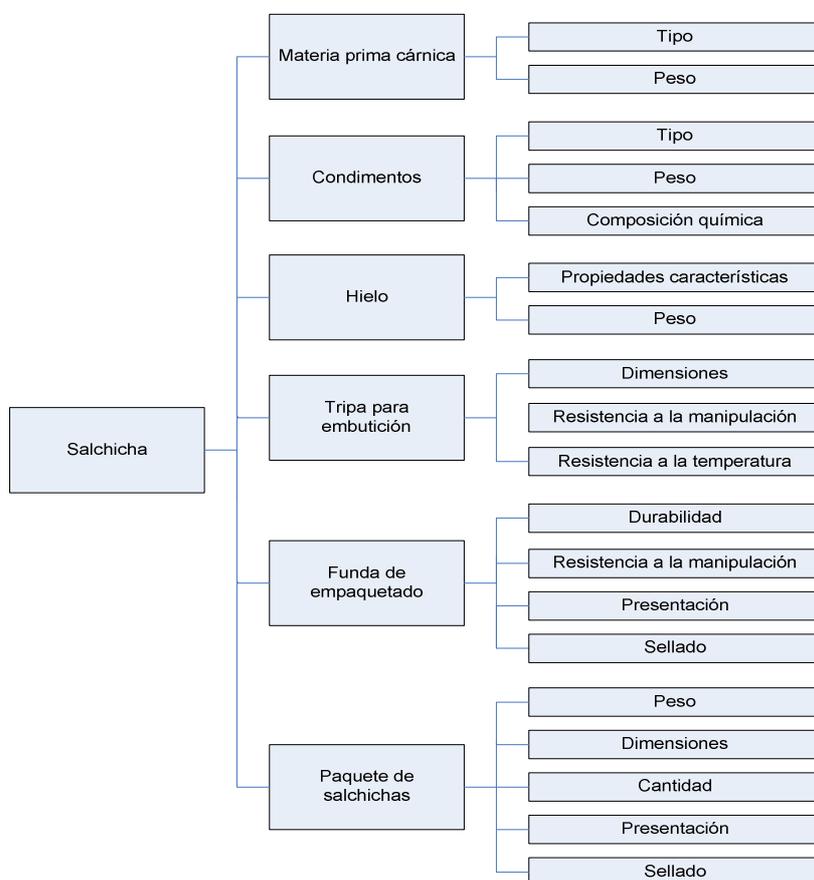
Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

4.1.3 Definición del objetivo de mejora:

4.1.3.1 Definición de los parámetros de desempeño:

Una vez definidos los CTS, el siguiente paso es identificar los parámetros (CTY y CTX) que afectan de manera significativa en términos de calidad, costos y entrega a los atributos claves aplicables al mismo; por lo que se utiliza de igual forma un diagrama de árbol para la identificación, y una matriz para llevar a cabo el análisis y lograr priorizarlos. A continuación se detallan los CTY:

Ilustración 4-8, Características críticas del producto



Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Los CTY y CTX identificados hay que analizarlos considerando la relación respectiva (los CTY con los atributos claves y los CTX con los parámetros claves del producto), para lo cual se recomienda armar una matriz para realizar una adecuada calificación de los mismos. Para ello se da a conocer a continuación los valores que serán utilizados para la calificación:

Grado de relación de la CTY sobre la CTS:

Fuerte	=	9
Media	=	3
Débil	=	1

Una vez puesto en claro esto, se obtiene la siguiente matriz CTY:

Ilustración 4-9, Matriz CTY

CARACTERISTICAS CTY	ATRIBUTOS CTS CLAVES							PRIOR. CTY	PORCENTAJE
	0,1368	0,1368	0,1368	0,1064	0,0821	0,0821	0,0638		
	Que cumpla la cantidad establecida	Que no exista producto no conforme	Entrega oportuna	Adecuado de manejo de pedidos	Disponibilidad de productos	Presentación del producto adecuada	Clara diferenciación de productos		
1 Tipo	1	3				1	3	0,8207	3,31%
2 Peso	9	9		1		3	3	3,0061	12,12%
3 Tipo	1	3				1	3	0,8207	3,31%
4 Peso	9	9		1		3	3	3,0061	12,12%
5 Composición química	1	1				1	1	0,4195	1,69%
6 Propiedades características		3						0,4103	1,65%
7 Peso	3	9				3	3	2,0790	8,38%
8 Dimensiones	1	1				1	1	0,4195	1,69%
9 Resistencia a la manipulación		3			1	3	3	0,9301	3,75%
10 Resistencia a la temperatura		3				3	3	0,8480	3,42%
11 Durabilidad		3			1	3	3	0,9301	3,75%
12 Resistencia a la manipulación		3	1			1	3	0,8207	3,31%
13 Presentación						9	1	0,8024	3,23%
14 Sellado		3				1		0,4924	1,98%
15 Peso	9	9		1		9	3	3,4985	14,10%
16 Dimensiones	1	1				3	3	0,7112	2,87%
17 Cantidad	9	9		1		9	3	3,4985	14,10%
18 Presentación						9	1	0,8024	3,23%
19 Sellado		3				1		0,4924	1,98%
	TOTAL							24,8085	100,00%

Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Analizando los resultados de esta matriz, se obtienen los parámetros claves del producto más adecuados para continuar con el estudio, con los cuales al priorizarlos se tiene:

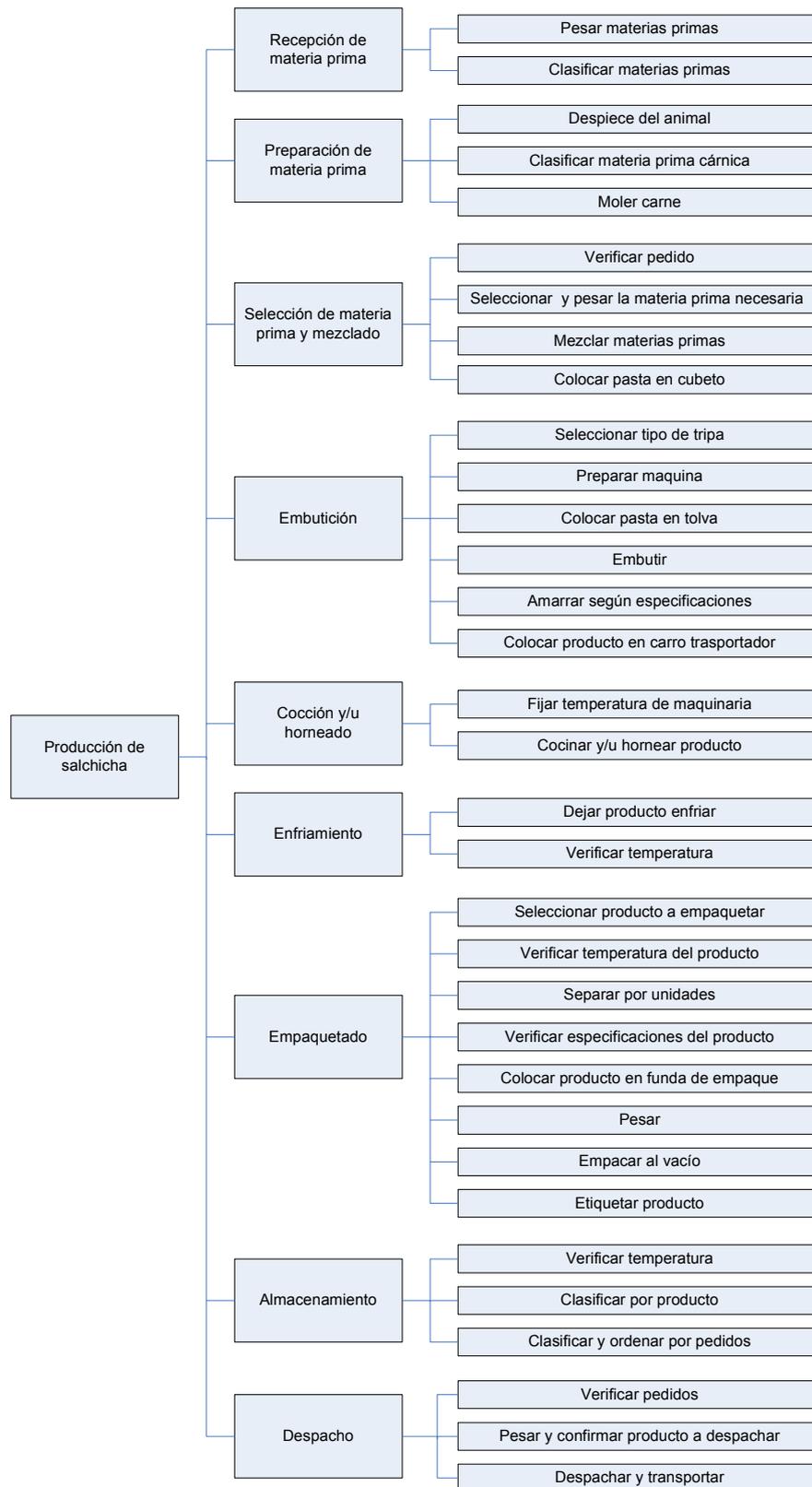
Tabla 4-10, Parámetros CTY claves

PARAMETROS CTY CLAVES	PORCENTAJE
1 Cantidad de salchichas en paquete	14,10%
2 Peso de paquete con salchichas	14,10%
3 Peso de condimentos	12,12%
4 Peso de material cárnico	12,12%
5 Peso de hielo	8,38%
TOTAL	60,82%

Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

A continuación se identifica los parámetros del proceso (CTX):

Ilustración 4-10, Características críticas de los procesos



Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Estos CTX identificados de igual forma hay que analizarlos, pero esta vez considerando la relación con los parámetros del producto, con lo que se tiene como resultado:

Tabla 4-11, Matriz CTX

CARACTERISTICAS CTX	PARAMETROS CTY CLAVES					PRIOR. CTY	PORCENTAJE
	0,1410	0,1410	0,1212	0,1212	0,0838		
	Cantidad de salchichas en paquete	Peso de paquete con salchichas	Peso de condimentos	Peso de material cárnico	Peso de hielo		
1 Pesar materias primas						0,0000	0,00%
2 Clasificar materias primas						0,0000	0,00%
3 Despiece del animal						0,0000	0,00%
4 Clasificar materia prima cárnica	1	1				0,2820	1,16%
5 Moler carne	1	1				0,2820	1,16%
6 Verificar pedido	1	1				0,2820	1,16%
7 Seleccionar y pesar la materia prima necesaria	9	9	9	9	9	5,4737	22,59%
8 Mezclar materias primas	3	3				0,8461	3,49%
9 Colocar pasta en cubeto						0,0000	0,00%
10 Seleccionar tipo de tripa	1	1				0,2820	1,16%
11 Preparar maquina	1	1				0,2820	1,16%
12 Colocar pasta en tolva						0,0000	0,00%
13 Embutir	9	9				2,5383	10,48%
14 Amarrar según especificaciones	9	9				2,5383	10,48%
15 Colocar producto en carro trasportador						0,0000	0,00%
16 Fijar temperatura de maquinaria	1	3				0,5641	2,33%
17 Cocinar y/o hornear producto	3	9				1,6922	6,98%
18 Dejar producto enfriar		1				0,1410	0,58%
19 Verificar temperatura						0,0000	0,00%
20 Seleccionar producto a empaquetar	1	1				0,2820	1,16%
21 Verificar temperatura del producto						0,0000	0,00%
22 Separar por unidades	1					0,1410	0,58%
23 Verificar especificaciones del producto	9	9				2,5383	10,48%
24 Colocar producto en funda de empaque						0,0000	0,00%
25 Pesar	9	9				2,5383	10,48%
26 Empacar al vacío						0,0000	0,00%
27 Etiquetar producto						0,0000	0,00%
28 Verificar temperatura		1				0,1410	0,58%
29 Clasificar por producto						0,0000	0,00%
30 Clasificar y ordenar por pedidos						0,0000	0,00%
31 Verificar pedidos	3	3				0,8461	3,49%
32 Pesar y confirmar producto a despachar	9	9				2,5383	10,48%
33 Despachar y transportar						0,0000	0,00%
TOTAL						24,2292	63,91%

Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

De los resultados arrojados de la matriz se observa que los principales parámetros claves de los procesos son los siguientes:

Tabla 4-12, Parámetros CTX claves

PARAMETROS CTX CLAVES	PORCENTAJE
1 Seleccionar y pesar la materia prima necesaria	22.59%
2 Embutir la pasta en tripa	10.48%
3 Amarrar según especificaciones	10.48%
4 Verificar especificaciones del producto	10.48%
5 Pesar paquete con producto	10.48%
6 Pesar y confirmar producto a despachar	10.48%
7 Cocinar y/o hornear producto	6.98%
TOTAL	81.96%

Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

De todos estos resultados se puede observar y darse cuenta que son parámetros claves los cuales se obtuvieron al asociar e interrelacionar características que permiten el cumplimiento de la satisfacción del cliente y un nivel alto de desempeño de la organización, los mismos que a partir de este momento servirán para enfocarse con el fin de alcanzar las mejoras buscadas en lo que resta del desarrollo de la metodología Seis Sigma.

4.1.3.2 Mapeo del proceso (Diagrama SIPOC - Nivel Macro):

El Diagrama SIPOC a nivel macro es una herramienta que sirve para reflejar de forma sintética las relaciones que existen entre los proveedores, entradas, actividades, salidas y clientes de un proceso.

Ilustración 4-11, SIPOC Macro

DIAGRAMA SIPO A NIVEL MACRO DEL PROCESO DE SALCHICHAS				
PROVEEDORES DIRECTOS	ENTRADAS AL PROCESO	ETAPAS BASICAS DEL PROCESO	SALIDAS DEL PROCESO	CLIENTES DEL PROCESO
Gestion de ventas	Requerimientos del cliente	Recepcion de materia prima	Salchichas	Vendedores
Jefe de producción	Especificaciones tecnicas	Preparación de materias primas		Instituciones y empresas
Jefe de producción	Orden de produccion	Embutición		Puntos de venta propios
Proveedores varios	Materias primas	Cocción / horneado	Información de producción	Jefe de producción
Gestión administrativa	Materiales	Empaquetado	Datos de control de calidad	Jefe de control de calidad
Planta	Maquinaria	Despacho		
RR.HH.	Personal			

Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Una vez culminadas estas tres primeras etapas de la Fase Define, se tiene una visión más clara, lo cual permite pasar al siguiente paso que es armar un Project Charter para formalizar el proyecto de mejora.

4.1.4 Formalización del proyecto:

Esta etapa concierne en formalizar la elaboración del proyecto de mejora entre el equipo y la alta gerencia, con el fin de que el equipo se mantenga enfocado en lo que se espera conseguir y alineados a los objetivos primarios de la empresa.

Para esto se realiza un informe basándose en el método del Project Charter, el cual nos indica que el mencionado informe debe contener:²⁹

- 1) Describir el tema y alcance del proyecto.
- 2) Definir los objetivos.
- 3) Estimar el impacto financiero.
- 4) Identificar el equipo del proyecto.
- 5) Establecer un cronograma básico.
- 6) Asignar los recursos necesarios.

Considerando el mencionado método, se procede a realizar el Project Charter, el cual se presenta a continuación:

²⁹ Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

Tabla 4-13, Project charter

SIX SIGMA PROJECT CHARTER					
NOMBRE DEL PROYECTO:		CG_SS_S_2009			
Producto Impactado:		Salchicha			
Ventas anuales proyectadas del producto (USD):		Salchicha:		100800	
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	PLAN DEL EQUIPO			
1. Proceso:	Proceso en el que se identifique oportunidades de mejora.	Proceso de producción de salchichas			
2. Descripción del proyecto:	Propósito del proyecto que se va a llevar a cabo.	Con este proyecto se busca reducir los defectos y desperdicios en los procesos de producción de salchichas, lo que permitira reducir los costos de producción, mejorar la calidad del producto, y mejorar tanto la satisfacción del cliente como la lucratividad de la empresa.			
3. Planteamiento del problema:	El por qué es necesario llevar a cavo el estudio y desarrollo del proyecto.	En la actualidad existen defectos y desperdicios en el proceso productivo de salchichas los cuales pueden ser reducidos, los mismos que nos permitirán alcanzar un óptimo rendimiento productivo y contar con altos estándares de calidad, que a su vez generará mayor satisfacción para el cliente y lucratividad para la empresa.			
4. Alcance del proyecto:	Que partes del proceso serán estudiadas y hasta que punto.	El proyecto que se plantea se realizará directamente en los procesos que intervienen desde la recepción de materia prima hasta el proceso de despacho de la planta de elaboración de embutidos, ubicada en Lasso, provincia de Cotopaxi, implementando la metodología Seis Sigma, de tal modo que se supere el problema planteado.			
5. Objetivo:	Cuales son las mejoras buscadas y sobre que recaerá el impacto de	Característica:	Límite Base	Actual	Meta
		Merma:	6%	6%	4%
6. Impacto financiero:	Cual va a ser la mejora estimada del desempeño comercial.	Reducir mermas:		1344	\$/año
		TOTAL:		1344	\$/año
7. Beneficio para los clientes:	Los clientes o distribuidores del producto que tipo de beneficio tendrán o verán de los mismos.	Cantidades cumplidas			
		Mayor calidad del producto			
		Producto conforme			
8. Equipo del proyecto:	Nombres y funciones de los integrantes del equipo.	Guillermo Mancheno-Gerente General de la empresa.			
		Ing. Carlos Ayala - Jefe de producción.			
		- Jefe de Control de Calidad.			
		Roberto Salazar - Asesor Externo.			
		Israel Naranjo - Asesor Externo.			
9. Cronograma:	Fase:	Fecha de inicio:	Fecha de finalización:		
	Etapas previas	16 de Marzo del 2009	17 de Abril del 2009		
	Definir	20 de Mayo del 2009	01 de Abril del 2009		
	Medir	04 de Abril del 2009	05 de Julio del 2009		
	Analizar	08 de Julio del 2009	12 de Julio del 2009		
	Mejorar	15 de Julio del 2009	26 de Julio del 2009		
	Controlar	29 de Julio del 2009	03 de Agosto del 2009		
	Revisión y culminación	06 de Agosto del 2009	08 de Agosto del 2009		
10. Recursos necesarios:	Lo que se requiere para desarrollar el proyecto.	Material de apoyo:	Inversión	Unidad	
		Termocupla (2)	200	USD	
		Cronómetro avisador (2)	50	USD	
		Impresiones:	25	USD	
		Copias:	15	USD	
		Espiralados:	10	USD	
		Transporte:	250	USD	
		Varios:	50	USD	
		TOTAL:	600	USD	

Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

4.2 FASE MEASURE

4.2.1 Mapeo del proceso (Diagrama SIPOC – Nivel Detallado):

Para tener éxito en esta fase, es clave desarrollar y posteriormente documentar, dando una forma visual y de forma detallada el flujo del proceso bajo análisis, con el fin de asegurar el entendimiento completo y homogéneo del equipo sobre el proceso, e identificar con mayor precisión las salidas críticas (CTQs, Características Críticas para la Calidad) que serán medidas, las cuales fueron desplegadas de las CTYs y CTXs.

Para esto se utiliza como herramienta el Diagrama SIPOC a nivel detallado, el cual indica que hay que seguir el siguiente procedimiento para su construcción:³⁰

- ✓ Listar las salidas del proceso: ¿Cuál es el resultado final, producto o servicio de este proceso?
- ✓ Listar los clientes de la salida del proceso: ¿Quién es el usuario final del proceso?
- ✓ Listar las entradas del proceso: ¿De dónde vienen los materiales?
- ✓ Listar los proveedores del proceso: ¿Quiénes son los proveedores clave?
- ✓ Como paso opcional identificar algunos requerimientos preliminares de los clientes.
- ✓ Involucrar al líder del equipo, champion, y otros grupos interesados en la verificación del proyecto.

Considerando los pasos anteriormente anotados, se tiene:

³⁰ http://icicm.com/files/RESP_GU_A_DEFINICI_N.doc

Ilustración 4-12, Sipoc Detallado

DIAGRAMA SIPO DETALLADO DEL PROCESO DE SALCHICHAS				
PROVEEDORES	ENTRADAS	PROCESO	SALIDAS	CLIENTES
Gestión de ventas Gestión de calidad Gestión de producción Gestión administrativa Gestión de mantenimiento Proveedores de materia prima cárnica Proveedores de alimentos no cárnicos Proveedores de materiales para empaquetado Empresa eléctrica	Orden de pedido de materias primas Reses, cerdos y pollos Ingredientes alimenticios no cárnicos Materiales para empaquetado Balanza Cuarto frío Termómetro Bodegas de almacenaje de materia no cárnica Operario Jefe de producción	Recepción de materia prima y almacenaje	Hoja de disponibilidad de materia prima Materia prima cárnica disponible Materia prima no cárnica disponible Materiales para empaquetado disponible Estado del cuarto frío	Vendedores Catering Service Clubes Hospitales Instituciones Delicatessen Cafés Bares Hosterías Hoteles
	Reses, cerdos y pollos Energía eléctrica Sierra circular Herramientas de despiece (cuchillos) Cubetos Operarios	Despiece de animales	Carne de res, cerdo y pollo disponible Estado de la sierra Desecho de huesos	Restaurantes Paraderos propios Delicatessen propios Restaurantes propios
	Carne de res, cerdo y pollo Energía eléctrica Molino Cubetos Operario	Molienda	Carne molida clasificada de: Res Cerdo Pollo Estado del molino	
	Orden de producción Hoja de proceso de producto a elaborar Cantidad necesaria de materia prima cárnica Cantidad necesaria de alimenticios no cárnicos Cantidad necesaria de hielo Cubetos Balanza Energía eléctrica Cutter Operario Jefe de producción	Selección de materia prima, pesaje y mezclado	Peso de materias primas Pasta elaborada Estado del cutter	
	Hoja de proceso de producto a embutir Cantidad de pasta elaborada en cubeto Tripas adecuada para la embutición Embutidora calibrada Carrito de transportación para producto Operario	Embutición	Carrito con producto embutido Disponibilidad de tripas	
	Hoja de proceso de producto a cocinar/hornear Horno ajustado la temperatura Holla ajustada la temperatura Agua Energía eléctrica Termómetros Carrito de transportación de producto Operario	Cocción / horneado	Carrito con producto cocinado/horneado Estado horno y holla Producto no conforme (reproceso) Merma generada	
	Cuarto frío Termómetro Carrito de transportación de producto Operario	Enfriamiento de productos elaborados	Carrito con producto listo Producto clasificado Información de productos Estado del cuarto frío	
	Producto elaborado Hoja de pedido Hoja de proceso y especificaciones Materiales para empaquetado Balanza Empacadora al vacío Impresora de etiquetas Operarios Cantidad de prod. no conforme (desperdicio)	Empaquetado	Peso de producto empacado Cantidad de producto por empaque Producto empaquetado Producto clasificado Información de productos Estado de empacadora al vacío Disponibilidad de materiales Hoja de conformidad de dimensiones	
	Producto empaquetado Cuarto frío Estanterías Cubetos Operario	Almacenamiento	Disponibilidad de productos Producto terminado Producto clasificado Información de productos Estado del cuarto frío	
	Producto terminado Cubetos Hojas de pedidos / Orden de despacho Balanza Operario Jefe de ventas	Despacho	Cantidad de productos despachados Peso de producto por pedido Información de productos despachados Información de clientes Estado del cuarto frío	

Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

4.2.2 Definición y validación de la medición:

Primero en esta etapa se definen las variables a ser medidas, una vez logrado esto se determinará y se verificará el método con el cual se las pueda medir de forma consistente.

Considerando los parámetros claves (CTQs) definidos en la fase anterior, y con la ayuda del diagrama del proceso detallado, se puede establecer que las mediciones se deben realizar a las siguientes variables críticas y en su correspondiente proceso, con el fin de alcanzar los objetivos establecidos:

Tabla 4-14, Variables críticas

	VARIABLES CRÍTICAS	PROCESO
1	Cantidad de unidades en paquete	Empaquetado
2	Peso de paquete con producto	Empaquetado
3	Peso de producto a empacar (unidad)	Antes del empaquetado
4	Longitud de producto a empacar (unidad)	Antes del empaquetado
5	Peso de material cárnico	Antes del mezclado
6	Peso de hielo	Antes del mezclado
7	Peso de condimentos	Antes del mezclado

Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Antes de continuar debe mencionarse que la variable respecto al peso de condimentos se va a dejar fuera del estudio, ya que por motivos de confidencialidad no se puede profundizar en la misma, pero cabe destacar que dentro de lo que respecta a una unidad producida, los condimentos no afectan más del 5% del total de ingredientes, por lo que no afectará sustancialmente al estudio de las otras variables y al proyecto como tal.

Una vez definidas las variables críticas, las cuales servirán para continuar con el estudio, se procede a realizar la evaluación del sistema de medición para las mismas, con el fin de ver si actualmente de la forma que se está operando es la correcta o no; en caso de ser esta última, identificar y definir un nuevo sistema o procedimiento para la medición y operación.

4.2.3 Evaluación del sistema de medición:

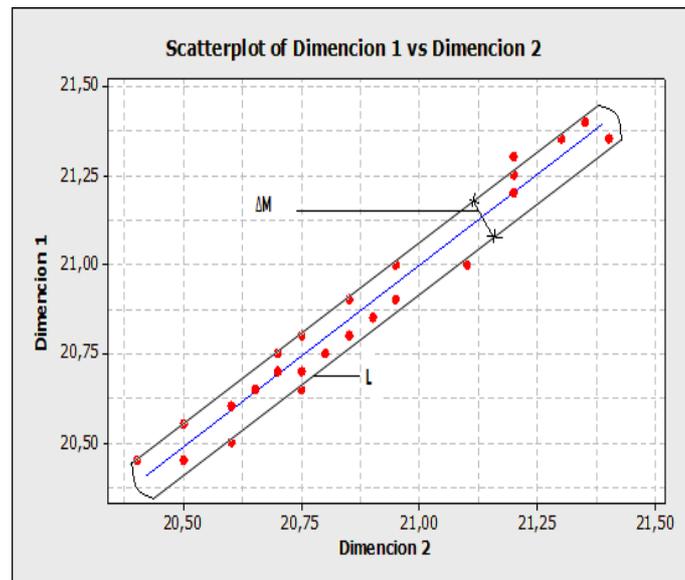
Para determinar si el sistema de medición actualmente existente y con el que se opera en la empresa es el correcto, se utiliza como herramienta una gráfica conocida como Isoplot (Shainin), la cual usa de base un diagrama de dispersión.

Su principio es que se recoja de forma estratificada una muestra de 30 elementos y se midan aleatoriamente 2 veces cada muestra por un mismo operador, luego se arma el diagrama de dispersión con el fin de ver si existe o no precisión y exactitud; luego se traza tres líneas en el diagrama, una que pase por los puntos y a la vez divida en cantidades iguales arriba y abajo, y otras dos que son paralelas a la anterior, pero cada una pase por el punto más extremo de cada lado; otro paso es cerrar con medias circunferencias las mencionadas paralelas con el fin de formar una salchicha, y a la vez, obtener la longitud "l" y el diámetro " ΔM " de la formada salchicha; por último se hace la siguiente operación para ver si se acepta o no el sistema de medición:

$$\frac{l}{\Delta M} \geq 8,5 = \text{Criterio de aceptación}$$

Dentro del estudio, se necesita evaluar si la forma en que se mide las longitudes de cada salchicha es adecuada y precisa, para lo que se ha realizado un muestreo de tamaño 30 y las mismas fueron medidas 2 veces en distinto orden (ver Anexo 3). La medición se realizó con un pie de rey y a continuación se presentan los resultados que se obtuvieron:

Tabla 4-15, Isoplot: Evaluación del sistema de medición



Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Claramente se puede observar que la distribución es normal, lo cual es un buen indicio; pero para saber con exactitud si es eficiente el método y la herramienta que se utiliza para tal medición, se debe utilizar la relación antes mencionada, y para este caso se tiene que $L=1.352$ y $\Delta M=0.098$, de tal forma que tenemos:

$$\frac{1,352}{0,098} = 13,8 \geq 8,5$$

Por el resultado obtenido se puede confirmar que el sistema de medición que se ocupa para el mencionado proceso queda absolutamente validado.

4.2.4 Determinación de la estabilidad y capacidad del proceso:

Esta fase tiene como fin medir el comportamiento natural del proceso, es decir obtener el estilo del proceso una vez que las causas especiales que afectan a la variación del proceso han sido eliminadas. Antes de entrar al desarrollo de esta etapa, hay que recordar que los valores mínimos que deben tomar los índices de capacidad dentro de la filosofía objetiva y a un nivel Seis Sigma son $C_p \geq 2$ y $C_{pk} \geq 1,5$ para poder considerar capaz a un proceso; y para poder

considerar a un proceso estable, tomar en cuenta el índice de inestabilidad “St”, el mismo que se considera dentro de este estudio que si es mayor o igual al 8%, el proceso se considerará fuera de control estadístico tras existir en las cartas de control puntos fuera de los límites o porque siguen un patrón no aleatorio (gráficas de control con su respectivo test de identificación de inestabilidades “ver capítulo 3”).

No se debe olvidar que otro índice importante para poder medir el nivel sigma del desempeño del proceso es el ppm (partes por millón), el cual no debe pasar de 3,4 ppm para tener un nivel 6 sigma.

El proceso es capaz cuando cumple con las especificaciones de tal forma que el nivel de disconformidades es suficientemente bajo para garantizar que no habrá esfuerzos inmediatos para tratar de bajarlas y mejorar así su capacidad; y un proceso tiene estabilidad si su desempeño es predecible en el futuro inmediato, y se dice que está en control. Este último implica estudiar la variación del proceso a través del tiempo.³¹

Con las mencionadas premisas, un proceso puede tener cuatro estados en cuanto a capacidad y estabilidad, como se ilustra en la tabla 4-16, en la misma que se da a conocer diversas estrategias que pueden ser tomadas en cada uno de los casos.

³¹ Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma, Mc. Graw Hill, Humberto Gutiérrez y Román de la Vara.

Tabla 4-16, Los cuatro estados de un proceso y la estrategia a seguir³²

		¿El proceso es estable (está bajo control)?	
		SI	NO
¿El proceso es capaz?	SI	<p>A. Estable y capaz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verificar que se tiene un buen sistema de monitoreo del proceso para asegurar que el diagnóstico que se tiene es el adecuado y para detectar oportunamente la ocurrencia de causas especiales que perjudiquen el futuro desempeño del proceso. • Enfocar los esfuerzos hacia mejorar la productividad y operabilidad del proceso. Algunas técnicas útiles para esos propósitos son: superficie de respuesta, análisis de fallas potenciales y manufactura esbelta. 	<p>B. Capaz pero inestable</p> <p>Darle prioridad a la identificación y eliminación de las causas de la inestabilidad; sobre todo mejorar la aplicación de cartas de control, para así asegurarse de que es la carta correcta, que se interpreta bien y que se toman las acciones correspondientes. De esta forma se estaría previniendo que la inestabilidad no llegue a afectar la capacidad.</p>
	NO	<p>C. Estable pero incapaz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejorar aplicación de cartas de control, para prevenir que empeore el desempeño del proceso y para ver si es posible detectar causas especiales que aparentaban ser comunes. • Investigar la razón predominante de la baja capacidad (descentrado, exceso de variación, etc.). • Revisar especificaciones y la calidad de las mediciones. • Analizar qué ha estado pasando con las variables de entrada que más fuertemente están relacionadas con la variable de salida bajo análisis. También tomar en cuenta los patrones de compartimiento de los puntos en las cartas de control del pasado. • A partir de lo anterior, generar una lluvia de ideas y establecer conjeturas sobre las causas de la baja capacidad. 	<p>D. Inestable e incapaz</p> <p>Darle prioridad a la identificación y eliminación de las causas de inestabilidad, y para ello:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejorar uso de cartas de control. • Estudiar el comportamiento del proceso a través del tiempo, apoyándose en los datos y en las cartas de control del pasado y del presente, para así averiguar el tipo de inestabilidad que tiene este proceso. • Investigar si algunas variables de entrada están relacionadas en forma directa con la variable de salida que tiene el problema; de ser así, buscar si el patrón de inestabilidad también se da en tal variable de entrada. • A partir de todo lo anterior, establecer conjeturas sobre las probables causas de la inestabilidad, y utilizar métodos estadísticos para profundizar la búsqueda y para corroborar tales conjeturas. Por ejemplo, se puede hacer análisis estratificados o aplicar adecuadamente un diseño de experimentos para investigar conjeturas o aplicar un diseño robusto. • Una vez que se mejore la estabilidad, volver a evaluar el estado del proceso.

³² Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma, Mc. Graw Hill, Humberto Gutiérrez y Román de la Vara.

Una vez visto y entendido lo anterior, debe tenerse presente que para el proceso de producción de salchichas se realizó el estudio de capacidad de los parámetros críticos antes definidos, como son el peso y la longitud de la salchicha como unidad producida, ya que estos dos son los que afectan significativamente y directamente en el peso del paquete y en la cantidad de unidades de producto que van dentro del mismo.

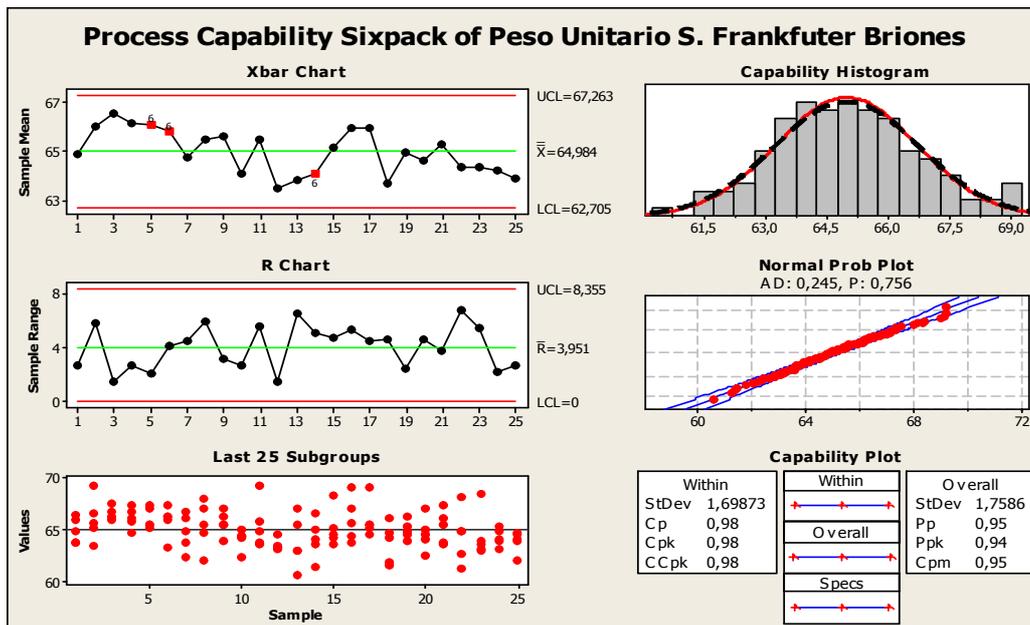
El procedimiento para el estudio de capacidad para el mencionado proceso es:

- Tomar 5 muestras diarias del proceso durante una semana, cada muestra representará a un determinado lote producido; la muestra con un tamaño de 5. (Ver anexo 4)
- Realizar las diferentes mediciones usando el equipo necesario para cada una de ellas; cabe mencionar que el equipo que va a ser utilizado fue verificado y aceptado en la etapa anterior. Para el peso se usa una balanza digital, para las dimensiones se utiliza un pie de rey y para el caso del tiempo de embutición se utiliza un cronómetro digital.
- Recopilar los datos obtenidos y analizarlos mediante el software estadístico Minitab, con el fin de analizar la normal distribución del proceso y obtener las gráficas de control, para así determinar si el proceso se encuentra bajo control estadístico. (Opción Capability Sixpack)
- Una vez realizados los pasos anteriores se debe analizar los datos obtenidos, para determinar la capacidad del proceso y su estabilidad.

4.2.4.1 Capacidad del proceso respecto al peso de cada salchicha

Luego de haber seguido el procedimiento descrito para el análisis de la capacidad, se obtuvo los siguientes resultados respecto a la variable peso de cada salchicha:

Ilustración 4-13, Análisis de la variable peso unitario de la Salchicha Frankfurter Briones



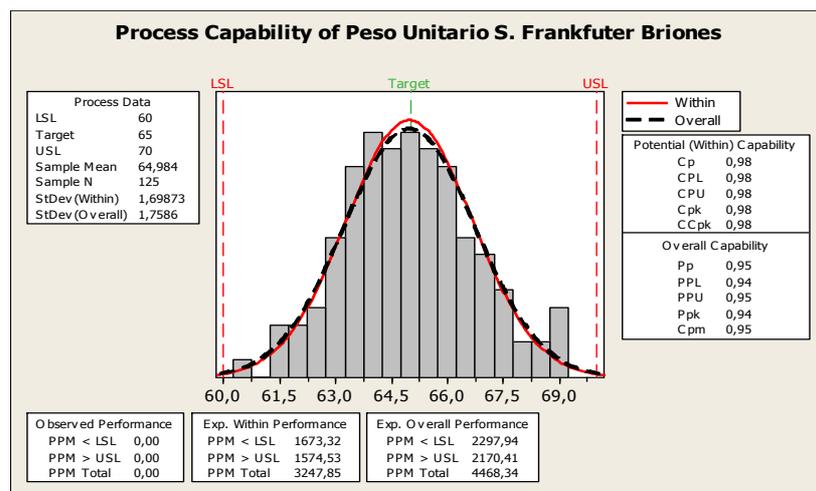
Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

En este bloque de gráficas se observa en primera instancia que existe una clara normalidad en la distribución del peso unitario de cada salchicha, aunque el proceso puede ser inestable a lo largo del tiempo ya que en el histograma se visualiza la forma que presenta y es muy leve pero de forma achatada (Normal Prob Plot y Capability Histogram).

Por otro lado se tienen las cartas de control (Xbar y R Chart) en las cuales se observa que el gráfico de rangos se encuentra bajo control, mientras que en el gráfico de medias se puede apreciar gracias al test de detección de inestabilidades (ver capítulo 3), que los puntos 5, 6 y 14 siguen un patrón no aleatorio y una vez identificado esto se puede decir que el proceso se encuentra fuera de control (ya que existen cuatro de cada cinco puntos seguidos en la zona B o más allá), pero para poder asegurar con mayor certeza lo mencionado, se utiliza la fórmula para determinar que tan inestable es el proceso, y se tiene que: $S_t = (3/25) * 100 = 12\%$ el mismo que supera el criterio anteriormente establecido (8%), y una vez comprobado esto, se define al proceso como inestable. El análisis de las posibles causas que generan dichos inconvenientes se realizará en la Fase Analyze.

La capacidad del proceso también se puede obtener de este bloque de diagramas, pero para alcanzar mayor detalle y poder analizar con mayor claridad, se utiliza a continuación otra herramienta del Software Minitab conocida como Capability Analysis:

Ilustración 4-14, Análisis de capacidad para la variable peso unitario de la Salchicha Frankfuter Briones



Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Con ayuda del diagrama se puede observar que los límites de especificación que se tiene para el peso unitario de la salchicha resultan de un valor objetivo de 65 gr. con una tolerancia de +/- 5 gr.; se observa también que el proceso se encuentra de forma centrada respecto a la media. Analizando el gráfico conjuntamente con lo mencionado, se concluye que es un proceso que cumple con las especificaciones.

Gracias al Minitab se calculan los índices de capacidad y se estima el nivel ppm del proceso (cabe mencionar que los índices a utilizar para el análisis son los que se encuentran en los recuadros que presentan la palabra "Overall", ya que estos son los que nos indican la capacidad real del proceso y a la vez consideran la centralización del mismo), y en este caso se tiene $C_p=0,95$ el mismo que es menor al valor de 2 que es para estar a un nivel 6 Sigma y $C_{pk}=0,94$ que también es menor a 1,5 el cual es el valor recomendado.

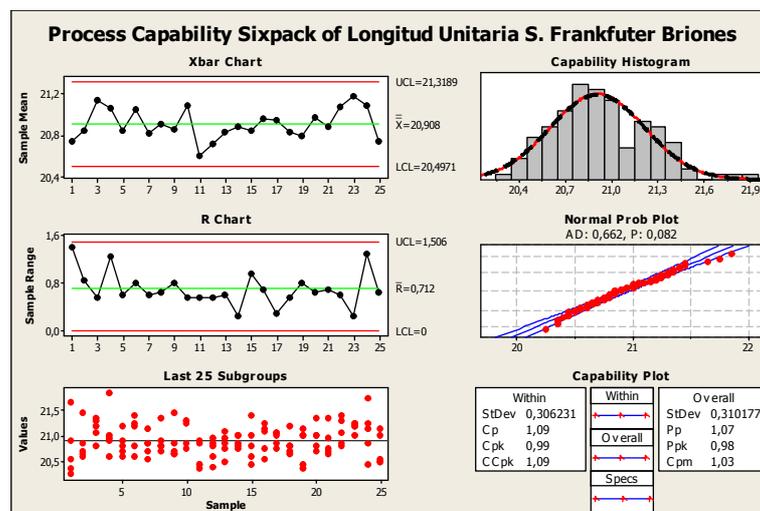
El número de defectos que se encuentran en este proceso por millón son aproximadamente de 4468,34, lo cual representa a un nivel estimado de 4,125 Sigma.

Por lo mencionado se define al proceso que tiene un desempeño incapaz. El análisis para detectar el por qué del desempeño del proceso es incapaz, se realizará en la siguiente fase.

4.2.4.2 Capacidad del proceso respecto a la longitud de cada salchicha

Luego de seguir el procedimiento ya conocido, y gracias al Software Estadístico Minitab, se consiguió los siguientes gráficos para poder analizar la capacidad de la variable longitud de cada salchicha:

Ilustración 4-15, Análisis de la variable longitud unitaria de la Salchicha Frankfuter Briones

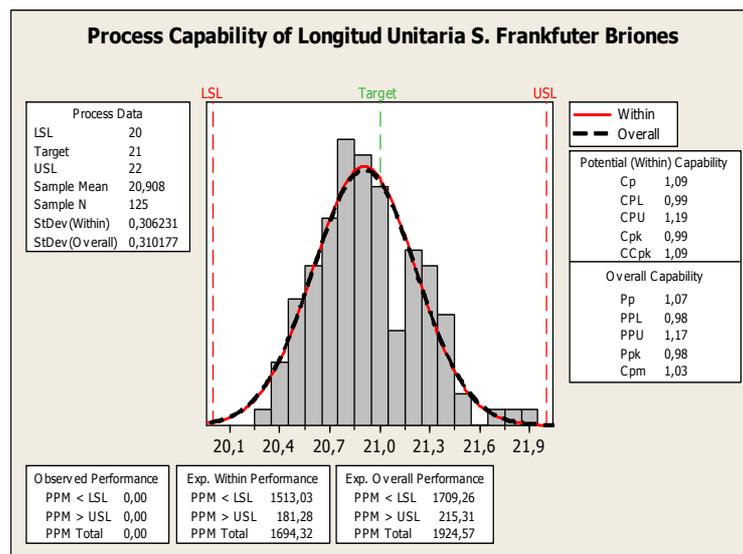


Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

En este bloque de gráficas se observa en primera instancia que existe una clara normalidad en la distribución de la longitud unitaria de cada salchicha, aunque el proceso puede ser inestable a lo largo del tiempo ya que en el histograma se visualiza la forma que presenta, y ésta es muy leve pero de forma pico lateral (Normal Prob Plot y Capability Histogram). Por otro lado se tienen las cartas de control (Xbar y R Chart) en las cuales se observa que tanto

el gráfico de medias como el de rangos se encuentra bajo control, ya que se puede apreciar gracias al test de detección de inestabilidades, que ningún punto sigue un patrón no aleatorio y una vez identificado esto se puede decir que el proceso se encuentra bajo control, pero para poder asegurar con mayor certeza lo mencionado, se utiliza la fórmula para determinar que tan inestable es el proceso, y se tiene que: $S_t = (0/25) * 100 = 0\%$ el mismo que está dentro de los valores de aceptación, y una vez comprobado esto, se define al proceso como estable. Para alcanzar mayor detalle y poder analizar con mayor claridad la capacidad del proceso, se utiliza a continuación una herramienta del Software Minitab conocida como Capability Analysis:

Ilustración 4-16, Análisis de capacidad para la variable longitud unitaria de la Salchicha Frankfuter Briones



Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Con ayuda del diagrama se observa que los límites de especificación que se tiene para la longitud de la salchicha resulta de un valor objetivo de 21 cm. con una tolerancia de +/- 1 cm.; se observa también que el proceso se encuentra levemente movido hacia la izquierda respecto a la media. Analizando el gráfico conjuntamente con lo mencionado, se puede concluir que es un proceso que cumple con las especificaciones pero se debe tratar de centrar el proceso referente al valor objetivo.

Gracias al Minitab se calculan los índices de capacidad y se estima el nivel ppm del proceso (índices a utilizar son los que presentan la palabra "Overall", ya que éstos son los que nos indican la capacidad real del proceso y a la vez consideran la centralización del mismo), y en este caso se tiene $C_p=1,07$ el mismo que es menor al valor de 2 que es para estar a un nivel 6 Sigma y $C_{pk}=0,98$ que también es menor a 1,5 el cual es el valor recomendado. El número de defectos que se encuentran en este proceso por millón son aproximadamente de 1924,57, lo cual representa a un nivel estimado de 4,375 Sigma. Por todo lo mencionado se define que el proceso tiene un desempeño incapaz. El análisis para detectar el por qué del desempeño del proceso es incapaz, se realizará en la siguiente fase.

4.2.5 Confirmación del objetivo del proyecto de mejora.

Revisando toda la información y los resultados obtenidos de las etapas anteriores se debe mencionar que una vez que se obtuvo un conocimiento adecuado y claro del proceso como tal, se seleccionaron las variables que están directamente relacionadas con el objetivo de mejora (ver Fase Define), las cuales son el peso unitario y la longitud unitaria de la Salchicha Frankfurter Briones, y tras haberlas estudiado y analizado con un sistema de medición verificado y validado, se confirma que el desempeño de los procesos inmersos presentan diversos problemas tras ser inestables e incapaces.

Por otro lado tenemos gracias al conocimiento y a la participación de los clientes internos de la empresa, que mencionados problemas identificados se deben significativamente a que en el proceso de cocción y horneado se genera un desperdicio conocido en términos técnicos como merma, el mismo que a su vez es muy variable, y esto es resultado de que no se dispone de un proceso estandarizado, por lo cual se define como el objetivo de mejora del proyecto el estandarizar el proceso y reducir la merma generada en el mismo, por lo cual en las fases posteriores se llevarán mencionadas variables a un estudio más detallado y a fondo para tratar de que los procesos inmersos alcancen un nivel Seis Sigma.

4.3 FASE ANALYZE

Esta fase comprende dos puntos importantes, el primero consiste en identificar en base a la información recolectada, las causas de los efectos que provocan las fallas o problemas en las actividades críticas anteriormente definidas en la Fase Measure, luego como segundo punto analizar y seleccionar las causas potenciales lo que se hace con ayuda de una matriz que permite priorizar las mismas, conocida como AFP (Análisis Fallas Potenciales).

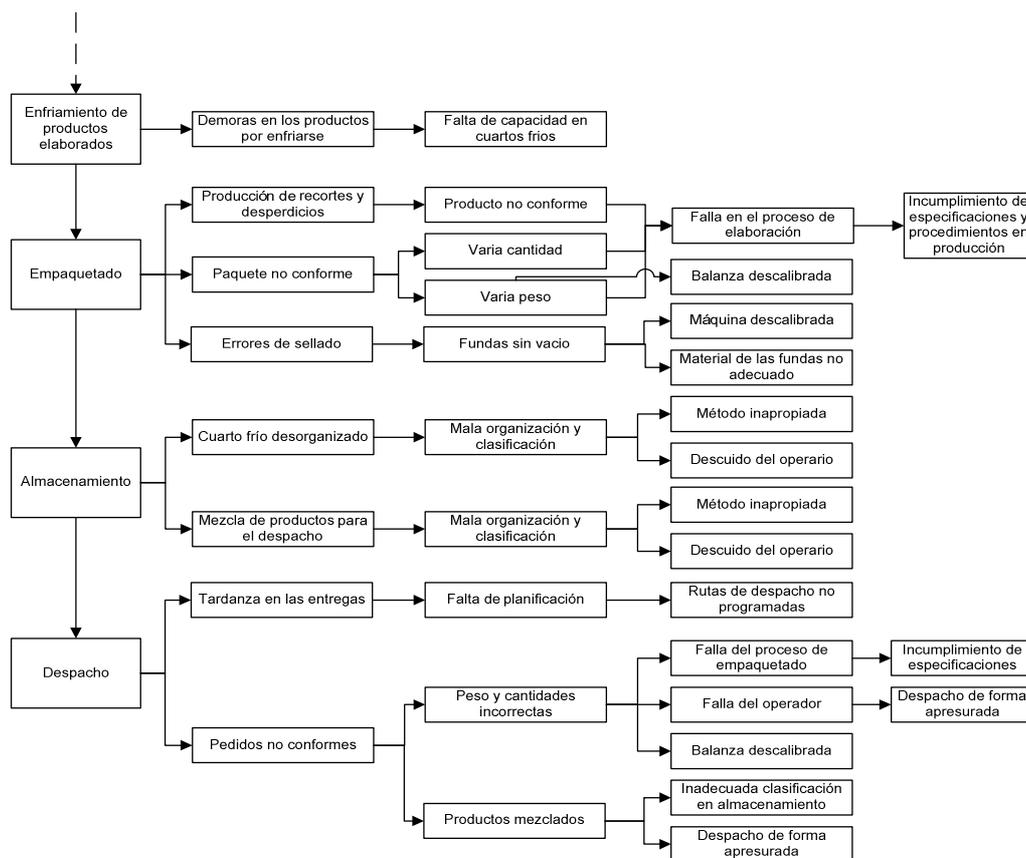
4.3.1 Identificación de las causas potenciales:

Ya que se conoce claramente en donde se están presentando los problemas, se debe movilizar la información (know-how, experiencia, etc.) que sea requerida de todas las actividades involucradas en dichos inconvenientes, con el fin de identificar las causas y efectos potenciales de los mencionados problemas.

Hay varias formas y métodos de llegar a esta identificación, pero se escogió como herramienta el árbol de causa y efecto (alternativa al diagrama de Ishikawa), ya que permite explicar en forma gráfica los vínculos racionales entre diferentes niveles de detalle (efectos, grupos de causas y causas específicas) del tema a tratar, facilitando la expansión y síntesis del pensamiento y a la vez asegurando un tratamiento completo y coherente del mismo. A continuación se detalla cómo construir un árbol de causa y efecto:

- 1) Considerar como etapas del proceso las actividades básicas del diagrama SIPOC detallado.
- 2) Definir los efectos negativos en cada una de las etapas del proceso.
- 3) Identificar las causas de cada efecto usando preguntas básicas como: ¿qué puede causar el efecto?, ¿por qué sucede esto?, etc.
- 4) Anotar las causas de forma organizada. Volver a realizar los mismos cuestionamientos hasta llegar a la causa raíz de cada efecto.
- 5) Completar el árbol hasta profundizarlo a un nivel detallado.

Ilustración 4-18, Árbol de causa y efecto 2



Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Una vez finalizado el árbol se procede a interpretar el mismo, con el fin de seleccionar los efectos y causas más relevantes, para que en la etapa siguiente puedan ser analizados con un mejor criterio y con mayor certeza.

4.3.2 Selección de las causas primarias:

En esta etapa ya se tiene claro los posibles efectos y causas de los problemas que interesa resolver, lo que falta es priorizarlos para saber con exactitud cuales son los más críticos y potenciales para una mejora, para lo cual se utiliza el método de Análisis de Fallas Potenciales (simplificación de la técnica Análisis de Modos de Fallo y Efectos; “AMFE” o “FMEA” por sus siglas en inglés), ya que este permite confirmar mediante datos cuales van a ser las causas que contribuyen a reducir la variabilidad y mejorar efectivamente el desempeño de la organización para la satisfacción de los clientes.

Para esto se considera conveniente definir algunos términos los cuales serán utilizados al momento de llenar el formulario o matriz para una adecuada calificación.

Severidad: es un índice que permite clasificar de forma numérica la gravedad asociada al efecto de un problema potencial dado (ver tabla siguiente).³³

Tabla 4-17, Índice de severidad

INDICE DE SEVERIDAD (S)	
S	Descripción
1	Sin gravedad
2	Alguna gravedad
3	Grave
4	Muy grave
5	Extremadamente grave

Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Ocurrencia: es un índice que clasifica numéricamente la chance de que una dada causa ocurra y resulte en el efecto para el cual fue atribuido un índice de severidad (ver tabla siguiente).³⁴

Tabla 4-18, Índice de ocurrencia

INDICE DE OCURRENCIA (O)	
O	Descripción
1	Altamente improbable
2	Poco probable
3	Probable
4	Muy probable
5	Altamente probable

Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Índice de Riesgo: es una clasificación numérica que representa al riesgo relativo asociado a un problema potencial dado, y a la vez lo prioriza de los demás.³⁵

$$R = S \times O$$

³³ Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

³⁴ Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

³⁵ Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

Con estos antecedentes, a continuación se da a conocer el procedimiento con el que se elaboró la matriz para el análisis de las fallas potenciales:

- 1) En base al Árbol de Causa – Efecto, seleccionar solamente las actividades claves en las cuales repercutan los variables críticas, y enlistarlos.
- 2) De igual forma, clasificar de forma correspondiente los problemas y efectos de las actividades; de no haber sido definidos en el árbol, identificar los mismos pensando en categorías genéricas de problemas/efectos.
- 3) Para cada problema/efecto, atribuir el índice de severidad.
- 4) Con ayuda de cuestiones (los 5 por qué, etc.), identificar las causas potenciales del problema/efecto.
- 5) Atribuir una clasificación de ocurrencia a cada causa potencial.
- 6) Calcular el índice de riesgo “R” y según este, priorizar los principales y concentrarse sólo en ellos (se puede realizar Análisis de Pareto).
- 7) Identificar y definir medidas de acción para eliminar las causas y mejorar el proceso. Dichas acciones deben ser orientadas para obtener mejoras intrínsecas en el proceso (que no dependan de inspección o control), en el siguiente orden:³⁶
 - a. Volver el problema imposible de ocurrir.
 - b. Reducir la severidad del efecto cuando ocurre el problema.
 - c. Reducir la chance de ocurrencia del problema.
- 8) Delegar responsables para cada medida de acción que se dé.

³⁶ Folleto (Formación de Especialistas Six Sigma – Green Belt), Eduardo C. de Moura, 2008.

Considerando los términos y procedimientos vistos, se procedió a realizar el Análisis de Fallas Potenciales, con los que se obtuvo lo siguiente:

Tabla 4-19, Análisis de fallas potenciales

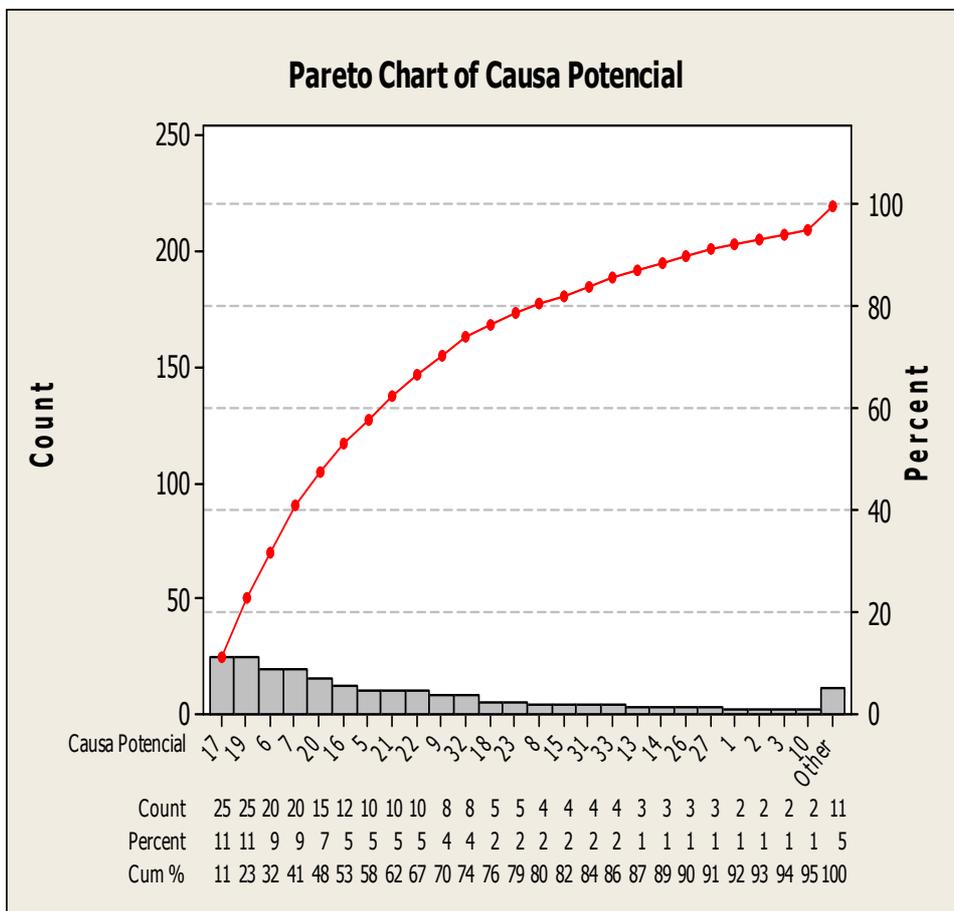
Actividad	Problema Potencial / Efecto	S	Causa Potencial	O	R
Recepción de materia prima	Error en el control de calidad	2	1 Balanza descalibrada	1	2
			2 Equipos de laboratorio con falla	1	2
Despiece de animales	Mala clasificación	2	3 Descuido del operador	1	2
Molienda	Cuchillas desgastadas	1	4 Falta de mantenimiento	1	1
Selección de materia prima y pesaje	Formulación incorrecta	5	5 Balanzas descalibradas	2	10
			6 Mala lectura por parte del operador	4	20
			7 Falta estandarizar procedimiento	4	20
Mezclado	Procedimiento inapropiado	4	8 Operario no capacitado	1	4
			9 Falta estandarizar procedimiento	2	8
	Paletas desgastadas	2	10 Limpieza de Cutter inadecuada	1	2
Embutición	Tiempo de embutición variante	1	12 Falta estandarizar procedimiento	1	1
	Ajuste de presión incorrecta	3	13 Máquina descalibrada	1	3
	Dosificación variante	3	14 Falta estandarizar procedimiento	1	3
Cocción / horneado	Termómetros en mal estado	4	15 Inadecuado mantenimiento	1	4
	Ajuste de temperatura incorrecto	4	16 Falla del operario	3	12
	Pérdida de peso por temperaturas variables	5	17 Falta estandarizar procedimiento	5	25
			18 Falta de mantenimiento	1	5
Demasiado tiempo en cocción	5	19 Falta estandarizar procedimiento	5	25	
Empaquetado	Producción de desperdicios y recortes	5	20 Incumplimiento de especificaciones y procedimientos en producción	3	15
	Paquete no conforme (cantidad y peso variante)	5	21 Incumplimiento de especificaciones y procedimientos en producción	2	10
			22 Descuido del operario	2	10
			23 Balanzas descalibradas	1	5
	Errores de sellado	1	24 Máquina descalibrada	1	1
25 Material de las fundas no adecuado			1	1	
Almacenamiento	Cuarto frío desorganizado	1	26 Método inapropiada	3	3
			27 Descuido del operario	3	3
	Mezcla de productos para el despacho	1	28 Método inapropiada	1	1
29 Descuido del operario			1	1	
Despacho	Tardanza en las entregas	1	30 Rutas de despacho no programadas	1	1
	Peso y cantidades incorrectas	4	31 Incumplimiento de especificaciones	1	4
			32 Despacho de forma apresurada	2	8
			33 Balanza descalibrada	1	4
	Productos mezclados	1	34 Inadecuada clasificación en almacenamiento	1	1
			35 Despacho de forma apresurada	1	1

Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Antes de continuar se da a conocer que el índice de severidad fue ponderado considerando la influencia de afectación que repercute en el objetivo del proyecto de mejora.

Una vez armada la matriz, se procede a realizar un análisis de Pareto en base al riesgo “R”, con lo que se obtiene el siguiente diagrama:

Ilustración 4-19, Análisis de Pareto de las Fallas Potenciales



Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Una vez analizado el diagrama, se puede centrar con certeza en las fallas potenciales más importantes, y así pasar al siguiente paso que es identificar y tomar medidas de acción para los mismos, lo cual se tiene a continuación:

Tabla 4-20, Medidas de acción para los fallos potenciales priorizados

Actividad	Problema Potencial / Efecto	Causa Potencial	Acción Preventiva	Responsable
Cocción / horneado	Pérdida de peso por temperaturas variables	Falta estandarizar procedimiento	Hacer que la temperatura de cocción sea estandar.	Control de Calidad / Producción
		Falta de mantenimiento	Termómetro calibrado y con buen funcionamiento.	Resp. de Mantenimiento
	Demasiado tiempo en cocción	Falta estandarizar procedimiento	Hacer que el tiempo de cocción sea estandar.	Control de Calidad / Producción
	Ajuste de temperatura incorrecto	Falla del operario	Aseguramiento de temperatura adecuada.	Operario encargado
Selección de materia prima y pesaje	Formulación incorrecta	Mala lectura por parte del operador	Asegurar lectura certera y precisa para la formulación.	Operario encargado / Producción
		Falta estandarizar procedimiento	Asegurar que materias primas, aditivos y condimentos de fórmula para producto es estandar.	Control de Calidad / Producción
		Balanzas descalibradas	Ajustar y calibrar la balanza.	Control de Calidad
Empaquetado	Producción de desperdicios y recortes	Incumplimiento de especificaciones y procedimientos en producción	Estandarizar procesos de pesaje y formulación, amarrado, y temperaturas y tiempos de cocción.	Control de Calidad / Producción
	Paquete no conforme (cantidad y peso variante)	Incumplimiento de especificaciones y procedimientos en producción	Estandarizar procesos de pesaje y formulación, amarrado, y temperaturas y tiempos de cocción.	Control de Calidad / Producción
		Descuido del operario	Cumplir especificaciones y estándares.	Supervisor de empaquetado
		Balanzas descalibradas	Ajustar y calibrar la balanza.	Control de Calidad
Mezclado	Procedimiento inapropiado	Falta estandarizar procedimiento	Cerciorar que el proceso sea adecuado.	Operario encargado / Producción
Despacho	Peso y cantidades incorrectas	Despacho de forma apresurada	Calibrar balanza y asegurar que el despacho se realiza con un método apropiado.	Resp. Del Despacho

Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Al haber determinado las diversas medidas de acción que se deben tomar, hay que ejecutarlas y ponerlas en práctica, para lo cual hay que identificar alternativas y seleccionar las más eficaces con el fin de alcanzar y cumplir con lo propuesto, y para ello se pasa a la siguiente fase que trata sobre la mejora que abarcará el proyecto.

4.4 FASE IMPROVE

En esta fase se debe buscar y determinar las mejores soluciones para los problemas identificados en base a los datos adquiridos en las anteriores etapas con el fin de obtener resultados eficaces.

Para esto, hay que basarse en primera instancia en la tabla 4-20 (Medidas de acción para los fallos potenciales priorizados) e identificar qué se debe realizar para alcanzar soluciones para cada uno de los mencionados problemas.

Dichas acciones se aprecian más adelante en el plan de mejora inicial, pero cabe mencionar que los problemas identificados en los procesos de empaquetado, mezclado y despacho que se pueden observar en la tabla 4-20, quedarán fuera de estudio, ya que por un lado se desvían del foco de mejora establecido y por otro lado se llegó a tomar la decisión de no considerarlos en una reunión que se tuvo con la alta dirección de la empresa, ya que al entrar a estudiar a fondo los mencionados procesos se toparía lo que es formulación, siendo esta confidencial, como efecto de la mencionada decisión. A continuación los resultados:

Tabla 4-21, Plan de mejora - Implementación

PLAN DE MEJORA INICIAL						
Actividad	Problema Potencial / Efecto	Causa Potencial	Acción Preventiva	Responsable	Acción Para Mejora	Responsable de Mejora
Cocción / homeado	Pérdida de peso por temperaturas variables	Falta estandarizar procedimiento	Hacer que la temperatura de cocción sea estandar.	Control de Calidad / Producción	Verificar en el manual de elaboración del producto, el proceso de cocción y fijación de temperatura; en caso de no haber, diseñar procedimiento con la temperatura ideal en relación al tiempo de cocción.	Equipo de Proyecto, Ing. Carlos Ayala
		Falta de mantenimiento	Termómetro calibrado y con buen funcionamiento.	Resp. de Mantenimiento	Inspección y verificación semanal del estado de los termómetros con un patrón (termómetro certificado).	Responsable de Mantenimiento
	Demasiado tiempo en cocción	Falta estandarizar procedimiento	Hacer que el tiempo de cocción sea estandar.	Control de Calidad / Producción	Verificar en el manual de elaboración del producto, el tiempo de cocción; en caso de no haber, diseñar procedimiento con el tiempo ideal en relación a la temperatura de cocción.	Equipo de Proyecto, Ing. Carlos Ayala
	Ajuste de temperatura incorrecto	Falla del operario	Aseguramiento de temperatura adecuada.	Operario encargado	Dar a conocer el procedimiento de cocción del producto al operario; capacitación.	Alta Dirección
Empaquetado	Producción de desperdicios y recortes	Incumplimiento de especificaciones y procedimientos en producción	Estandarizar procesos de pesaje y formulación, amarrado, y temperaturas y tiempos de cocción.	Control de Calidad / Producción	Análisis del manual de elaboración del producto y sus procesos de: pesaje y formulación (materias primas), amarrado, y temperaturas y tiempos de cocción. Verificar, rediseñar o validar según sea el caso.	Equipo de Proyecto, Ing. Carlos Ayala
	Paquete no conforme (cantidad y peso variante)	Incumplimiento de especificaciones y procedimientos en producción	Estandarizar procesos de pesaje y formulación, amarrado, y temperaturas y tiempos de cocción.	Control de Calidad / Producción	Análisis del manual de elaboración del producto y sus procesos de: pesaje y formulación (materias primas), amarrado, y temperaturas y tiempos de cocción. Verificar, rediseñar o validar según sea el caso.	Equipo de Proyecto, Ing. Carlos Ayala
		Descuido del operario	Cumplir especificaciones y estándares.	Supervisor de empaquetado	Inspección de cumplimiento de especificaciones y estándares. Concientización del operario.	Alta Dirección, Supervisor de empaquetado
		Balanzas descalibradas	Ajustar y calibrar la balanza.	Control de Calidad	Inspección y verificación semanal del estado de la balanza con un patrón (pesas certificadas). Verificar el grado de insertidumbre, y validarlo.	Responsable de Control de Calidad

Elaborado por Roberto Salazar e Israel Naranjo

Estas son las acciones que se deben lograr para alcanzar las mejoras deseadas, pero a continuación se presente el cómo cumplirlas:

4.4.1 Generación y selección de soluciones:

En este punto se generan alternativas de solución, las cuales puedan atender las diferentes causas identificadas y a la vez que cumplan con las acciones preestablecidas para así obtener oportunidades de mayor impacto para la organización y satisfacción del cliente.

Para lo mencionado y en base a los datos obtenidos, a los estudios y análisis realizados, y apoyándose en la tabla 4-16 (Los cuatro estados de un proceso y la estrategia a seguir), se opta por realizar un diseño de experimentos el mismo que podrá aportar con el estudio generando la solución buscada para alcanzar la mejora.

4.4.1.1 Diseño de experimentos

Entre los varios análisis realizados se ha podido observar con claridad que la temperatura y el tiempo son dos factores claves para la adecuada operación del proceso de cocción y horneado, lo que es reflejado en una variable de salida como la merma producida al momento que es sometido el producto al mencionado proceso, por tal motivo se decidió diseñar experimentos que permitan identificar la relación de las variables así cómo el efecto que tienen éstas sobre la variación en la variable de salida. A continuación se presenta el desarrollo del experimento realizado.

4.4.1.1.1 Estudio de la relación y del efecto en la variable de salida

Para hacer posible este estudio se estructuró un diseño experimental factorial 2^2 , el cual presenta 2 factores (temperatura y tiempo) los mismos que hay que estudiar como afectan en la merma que es la variable de salida.

Antes de sacar los datos y muestras para poder modelar el experimento, se debe controlar los factores que van a ser sometidos a estudio. Para esto se automatizó los hornos y se instaló cronómetros industriales, lo cual forma parte de las mejoras alcanzadas en el proyecto. Podemos ver las descripciones de mencionados instrumentos en el anexo 9.

Para lograr el análisis, se sacó 12 muestras de merma (Ver Anexo 5), la misma que consta de 3 réplicas y de dos diferentes valores para cada factor de acuerdo a un estudio previo que se realizó (Ver Anexo 6); y con los datos obtenidos, se realizó el análisis del experimento factorial apoyándose en el programa Minitab.

Los datos obtenidos que servirán para el experimento son los siguientes:

Tabla 4-22, Datos para realizar la modelación del experimento

-1	Mínimo	135 °C	28 min.
1	Máximo	140 °C	31 min.

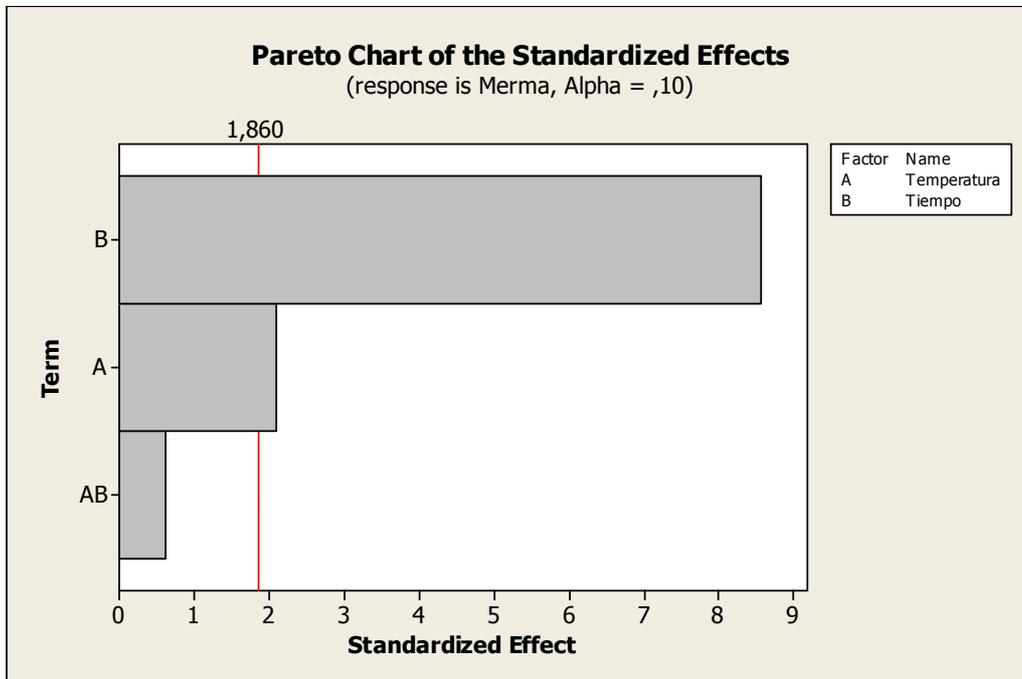
Experimento	Repetición	Temperatura	Tiempo	Merma
1	1	1	-1	4.01
2	1	1	1	6.18
3	1	-1	-1	3.33
4	1	-1	1	5.43
5	2	1	-1	2.74
6	2	1	1	5.88
7	2	-1	-1	2.46
8	2	-1	1	5.36
9	3	1	-1	4.07
10	3	1	1	5.38
11	3	-1	-1	2.75
12	3	-1	1	5.41

Realizado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Para el estudio experimental se analiza la significancia de los efectos de los factores en la variable de salida “merma”, lo cual se consiguió mediante un diagrama de Pareto de los efectos y confirmado con un gráfico de probabilidad normal.

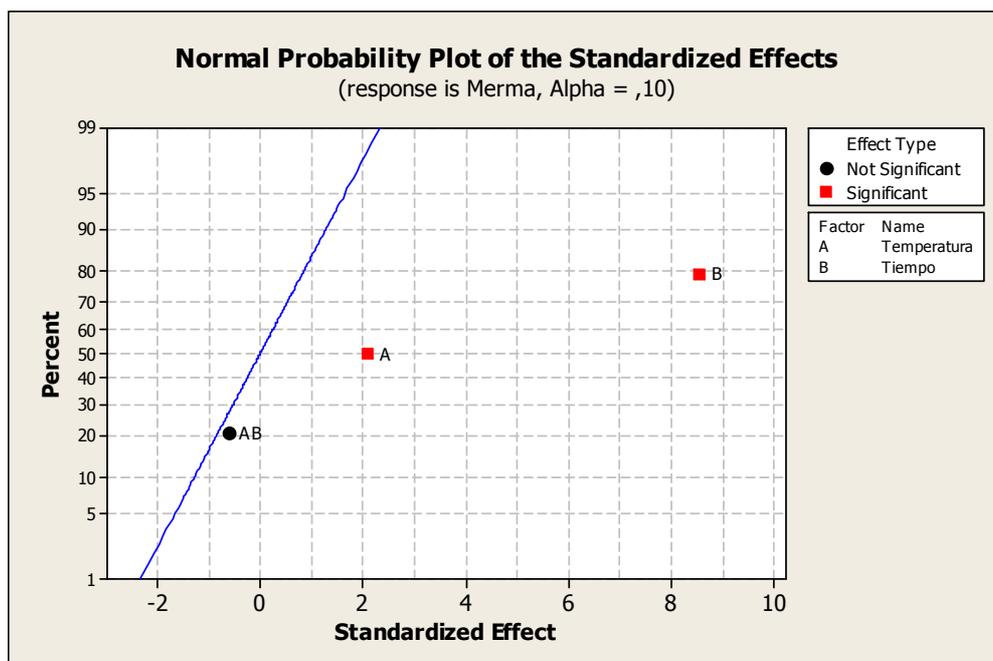
Los resultados obtenidos son los siguientes:

Ilustración 4-20, Diagrama de Pareto de los efectos estandarizados



Realizado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Ilustración 4-21, Gráfico de probabilidad normal de los efectos estandarizados

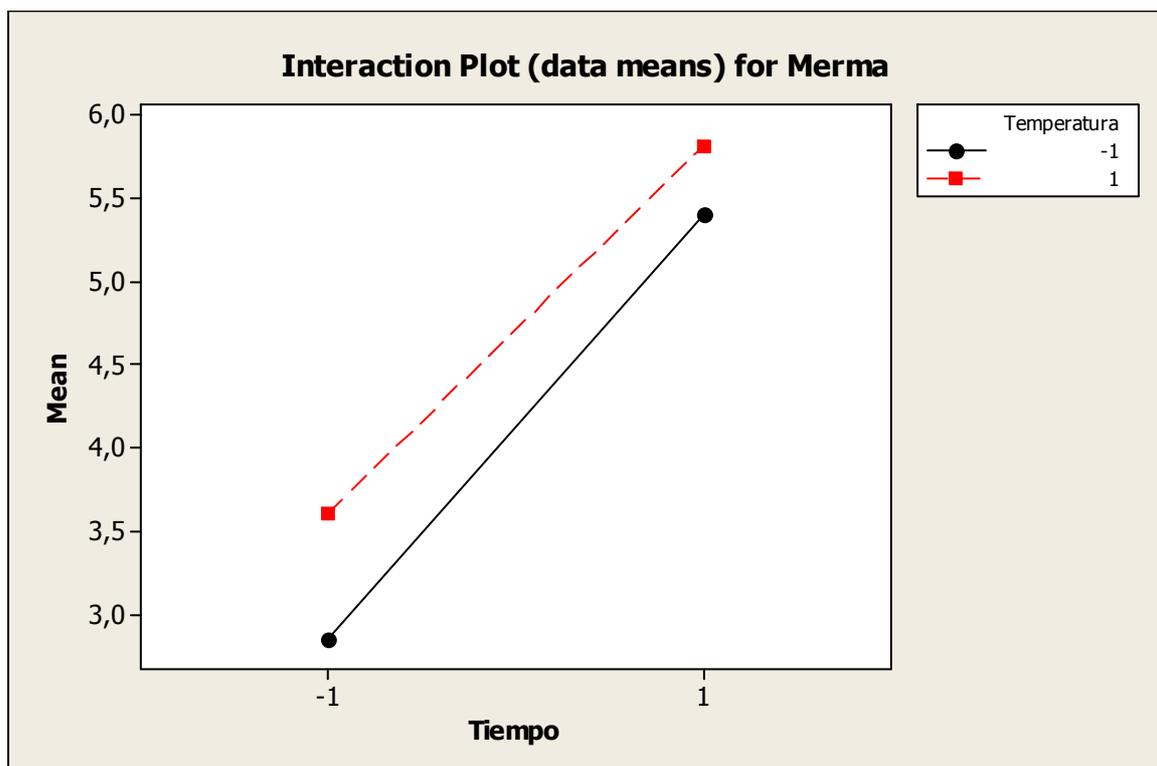


Realizado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Los gráficos obtenidos permiten apreciar con seguridad que tanto la temperatura como el tiempo son importantes en la variable de salida, en otras palabras, los dos factores son significantes en el efecto para la variable merma. También es posible observar que el factor tiempo tiene mayor peso de significancia que el factor temperatura, y que el efecto por interacción entre los dos es bajo y estadísticamente se lo considerará no significativo.

Es recomendable verificar si existe interacción de factores, para lo cual se utiliza el siguiente gráfico que ayudará a tener información más certera y confiable:

Ilustración 4-22, Gráfico de interacción de los factores



Realizado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Se observa en el gráfico que no existe intersección de rectas, lo cual representa que no hay interacción de factores, en otras palabras, los factores afectan de forma independiente en la variable de salida (merma), resultado que coincide con el análisis de los gráficos anteriores.

También se recomendar que es posible obtener una mejor respuesta en la variable de salida con una combinación de: temperatura a 135 °C y tiempo a 28 min. (-1, -1).

A continuación se analiza el diseño factorial desarrollado gracias a que el programa Minitab arroja información con los siguientes resultados:

Factorial Fit: Merma versus Temperatura. Tiempo

Estimated Effects and Coefficients for Merma (coded units)

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		4,41667	0,1388	31,81	0,000
Temperatura	0,58667	0,29333	0,1388	2,11	0,068
Tiempo	2,38000	1,19000	0,1388	8,57	0,000
Temperatura*Tiempo	-0,17333	-0,08667	0,1388	-0,62	0,550

S = 0,480911 R-Sq = 90,73% R-Sq(adj) = 87,26%

Unusual Observations for Merma

Obs	StdOrder	Merma	Fit	SE Fit	Residual	St Resid
5	5	2,74000	3,60667	0,27765	-0,86667	-2,21R

R denotes an observation with a large standardized residual.

Esta información sirve para verificar que los resultados anteriores son correctos, y con esto se comprueba que no se han cometido falsas deducciones, ya que según la probabilidad (P) se observa que la temperatura y el tiempo son significantes tras tener un valor bajo al 0,07 y que no existe interacción entre los dos factores tras tener un valor de probabilidad (P) elevado en Temperatura*Tiempo.

Otra información que se tiene es la información inusual de la merma, la cual indica que de la modelación la mejor observación obtenida corresponde al

quinto experimento (Ver tabla 4-22 “Datos para realizar la modelación del experimento”), y con esta se alcanzaría una merma de 2,74 Kg. por cada 100 Kg. de producto que entre al proceso de cocción y horneado.

Con todos los análisis hechos se ha obtenido primeras conclusiones acerca de cómo actúan los factores en la variable de salida, pero es conveniente realizar análisis para validar la solución, los mismos que se realizan en la siguiente etapa con el fin de lograr el objetivo.

4.4.2 Validación de la solución:

Uno de los análisis que se utiliza para verificar y validar la solución es el análisis de la varianza, el cual se presenta a continuación:

ANOVA: Merma versus Temperatura. Tiempo

Factor	Type	Levels	Values
Temperatura	random	2	-1. 1
Tiempo	random	2	-1. 1

Analysis of Variance for Merma

Source	DF	SS	MS	F	P
Temperatura	1	1,0325	1,0325	4,79	0,056
Tiempo	1	16,9932	16,9932	78,82	0,000
Error	9	1,9403	0,2156		
Total	11	19,9661			

S = 0,464319 R-Sq = 90,28% R-Sq(adj) = 88,12%

Esta información permite una vez más confirmar que los dos factores son importantes y significativos según el valor (P), y adicionalmente se tiene las sumas de cuadrados, información que determina la contribución de cada término. La proporción del total de la suma de cuadrados (SS) que contribuye cada fuente es el valor que se tiene en R-Squared y a continuación se da a conocer en forma más detallada y clara:

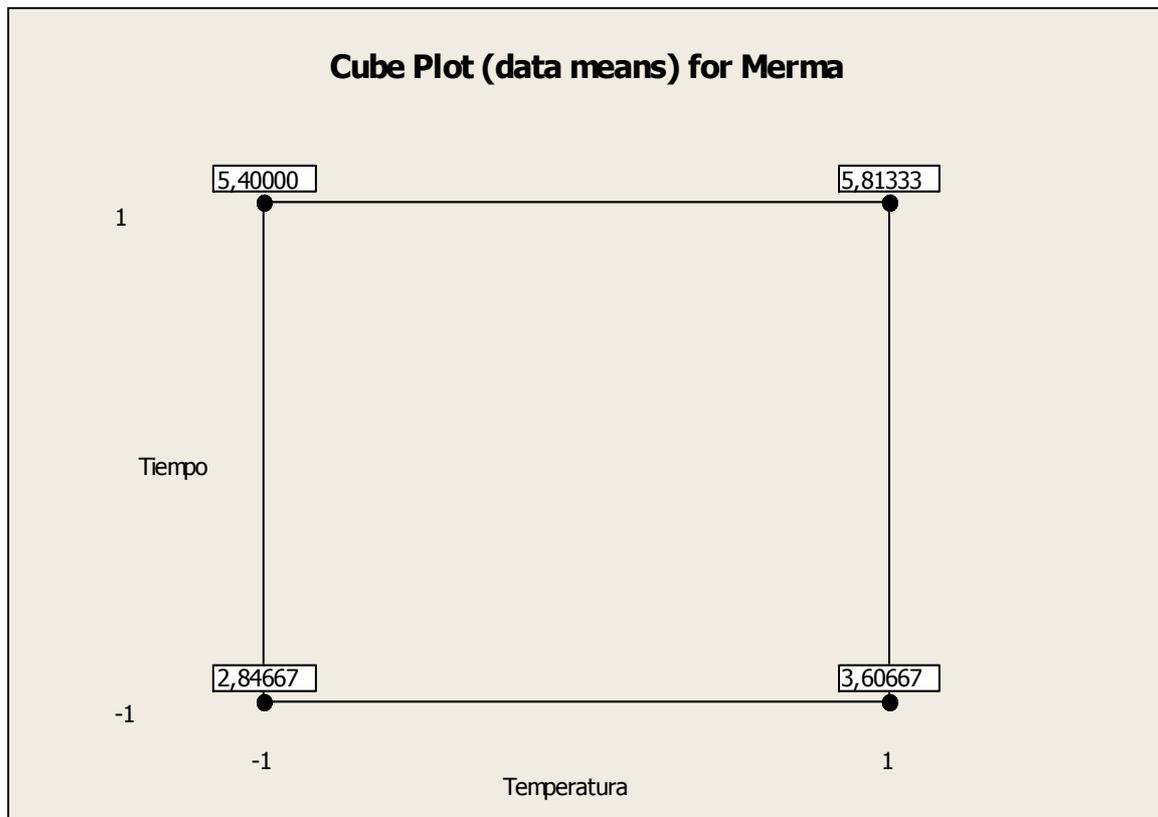
Tabla 4-23, Contribución de cada factor en la variable “merma”

Fuente	SS	R-Squared
Temperatura	1.0325	5.17%
Tiempo	16.9932	85.11%
Error	1.9403	9.72%
Total	19.9661	100.00%

Realizado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Para culminar con el análisis y poder apreciar la información necesaria y resumida que da el diseño de experimentos, se utiliza un gráfico de cubo el cual permite observar los valores promedio de respuesta, estas últimas están ubicadas en cada una de las esquinas del cubo y representan las cuatro combinaciones posibles de los factores y sus niveles. El resultado se muestra a continuación:

Ilustración 4-23, Gráfico de cubo del diseño experimental



Realizado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

De este gráfico es posible concluir que en base a las medias de los datos recolectados la mejor combinación es de temperatura a 135 °C y de 28 minutos (-1, -1), resultado que coincide con los demás análisis hechos anteriormente, y, observando los datos obtenidos, se tiene que la variable de salida merma sería de 2,85 Kg. de cada 100 Kg. de producto que entre al proceso de cocción y horneado.

Tras haber verificado y validado la solución el siguiente paso es implementar las mejoras obtenidas y ejecutarlas en el proceso, para lo cual se realiza un plan de mejora, el mismo que se detalla a continuación:

Tabla 4-24, Plan de mejora

PLAN DE MEJORA - IMPLEMENTACIÓN						
No.	Mejoras	Responsable de tarea	Tareas o acciones a realizar	Responsable de acciones	Fecha	Recursos
1	Implementar automatización de hornos	Jefe de mantenimiento, Jefe de producción	* Solicitar requerimiento de equipos a alta dirección, realizar la instalación del equipo, Setear la temperatura, Realizar pruebas piloto.	Alta Dirección, Jefe de Mantenimiento, Técnicos de equipos adquiridos	Noviembre 2009	Hornos, Termocuplas, Display digital, herramientas de instalación
2	Implementar cronómetros industriales	Jefe de mantenimiento, Dueño del proceso, Jefe de producción	* Solicitar requerimiento de equipos a alta dirección, realizar la instalación del equipo, Realizar pruebas piloto.	Alta Dirección, Jefe de Mantenimiento	Noviembre 2009	Cronómetros industriales, Herramientas de instalación
3	Realizar capacitación sobre equipos implementados	Equipo del proyecto, Jefe de producción, Dueño del proceso	* Inducciones del uso de equipos, pruebas pilotos, Fijar estándares	Equipo del proyecto, Jefe de producción	Noviembre 2009	Manuales de equipos, Tablas de especificaciones
4	Informes de control de calidad	Jefe de control de calidad, Alta dirección, Equipo del proyecto y Dueño de proceso	* Elaborar cuadro de control, Capacitar sobre como llevar el control del proceso, Llevar registro del comportamiento del proceso	Jefe de control de calidad y dueño del proceso	Diciembre 2009 en adelante	Computador, Impresora, Balanza, cuadros de control
5	Calibración y validación de equipos de control	Jefe de Mantenimiento, Jefe de control de calidad, Dueño del proceso	* Cumplir con el plan de calibración de equipos dentro de la empresa	Jefe de Calidad y Jefe de mantenimiento	Diciembre 2009 en adelante	Cuadros de control, patrones de medición

Realizado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Con este plan de mejora se llegará a cumplir las metas previstas, y al realizar un adecuado manejo al momento de la implementación, se logrará mantener las mejoras con miras al éxito, y de la mano con la satisfacción del cliente tanto interno como externo de la empresa.

4.5 FASE CONTROL

Esta fase evita que los procesos vuelvan a su estado original con el pasar del tiempo, para esto se debe diseñar, documentar e implementar acciones para que el proceso se mantenga en un nivel que satisfaga las necesidades tanto del cliente como los de la organización.

Mediante esta etapa se logrará que las soluciones y mejoras alcanzadas sean permanentes, para lo cual se deberá generar un plan de monitoreo para asegurar que los conocimientos obtenidos no sean olvidados, y siempre con miras a la mejora continua.

A continuación se da a conocer el plan de control que se requiere para conseguir lo anteriormente mencionado:

Tabla 4-25, Plan de control

PLAN DE CONTROL FINAL								
Proceso	Pasos del proceso	Entrada	Salida	Variable	Técnica de medición	Tamaño de la muestra	Frecuencia	Plan de reacción
Producción de Salchicha Frankfuter Briones	Horneado	Cronómetro Encerado	Encendido de alarma del cronómetro a los 28 minutos	Tiempo	Cronometraje de tiempo	3	1 por mes	Cumple / No cumple
	Horneado	Termómetro en 135 grados +/- 2	Termómetro en 135 grados	Temperatura	Verificación de temperatura en el display	3	1 por mes	Cumple / No cumple
	Horneado	Salchicha cruda	Salchicha horneada	Peso	Pesaje en balanza	3	1 por coche durante un día de producción cada mes	Gráficas de control (X-R)

Realizado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

4.5.1 Estandarización de las mejoras

En este punto se deben asegurar las mejoras a través de cambios en los sistemas y estructuras que forman el proceso mediante el seguimiento y cumplimiento del plan de control anteriormente establecido. La única finalidad es el de vigilar y evaluar el desempeño final del proceso determinado. Para esto se anota a continuación el procedimiento que se debe seguir para cumplir con el mencionado objetivo.

Procedimiento:

Como se señaló anteriormente las mediciones de control se realizarán una vez al mes en un día al azar de producción de salchichas Frankfuter Briones, una vez que el proceso de embutición de este tipo de salchichas es concluido, los coches que contienen 16 sticks por carro ingresan al proceso de horneado en donde se llevará a cabo las mediciones, y para lo cual se debe realizar:

- Antes de ingresar un coche al proceso de horneado, separar tres sticks de salchichas en estado crudo, señalarlos, pesarlos (cada stick por separado), registrar la medición en la hoja de control y volverlos a incorporar al coche.
- Verificar que la temperatura del horno sea la indicada y que el cronómetro se encuentre calibrado al tiempo necesario.
- Una vez comprobado lo anterior, ingresar el coche al horno y dejarlo por el tiempo establecido a la temperatura indicada (a 135°C por 28 minutos).
- Sacar el coche del horno cuando la alarma del cronometro suene.
- Identificar los sticks que se señalaron en el primer paso, y enseguida pesarlos para nuevamente registrar las mediciones.
- En caso de que todo esté en orden, anotar los datos obtenidos en la hoja de control adecuada (Anexo 7).
- Realizar este proceso para los tres coches que se producen por día una vez al mes.

- Para la comprobación de las mediciones obtenidas, referentes a mermas, se debe pesar el stick en crudo, posteriormente se pesa el stick una vez que sale del proceso de horneado, dando así como resultado el valor de merma. Para poder ver si este valor se encuentra dentro de los límites permitidos se debe hacer una simple regla de tres. Ejemplo:

Stick en crudo: 7,32 kg

Stick horneado: 7,14 kg

Porcentaje aceptable de merma: 2,85 % +/- 1,0%

Porcentaje obtenido: $((7,32 - 7,14) / (7,32)) * 100 = 2,4590 \%$

- En este caso el stick cumple con las especificaciones.
- Luego de obtener todas las mediciones registradas, se debe realizar la gráfica de control, y con esto poder analizar si el proceso está o no dentro de control y si está cumpliendo las especificaciones.
- Una vez hecho el análisis, se podrá obtener una conclusión de resultado dando ésta el conocimiento del comportamiento del proceso, y, de existir anomalías e inconvenientes, se debe parar el proceso y avisar inmediatamente al jefe de producción y a la alta dirección para tomar las acciones de reglaje respectivas, en otras palabras, si las salchichas sometidas a control no cumplen con las especificaciones (según la tabla de especificaciones ,ver Anexo 8) se debe notificar inmediatamente para tomar medidas de acción.
- Para poder realizar gráficas de control y su análisis revisar la explicación en el capítulo 3 ítem 3.6.10

4.5.2 Finalización del proyecto de mejoría

Para poder validar la solución se ha optado por realizar un estudio y análisis de la situación anterior de la empresa versus la situación lograda con las mejoras, para analizar los logros se presenta a continuación los siguientes resultados:

Situación anterior del proceso

Tabla 4-26, Peso Inicial – Producto en Crudo

Peso Inicial - Producto en Crudo (Kg)	
Peso Inicial	
# Muestra	Peso (Kg)
1	120.96
2	118.72
3	117.76
4	118.08
5	118.40
6	118.40
7	119.04
8	112.96
Promedio	118.04

Realizado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Tabla 4-27, Peso luego del horneado

HORNEADO	
Peso luego del Horneado	
# Muestra	Peso (Kg)
1	115.12
2	111.16
3	109.44
4	110.64
5	111.64
6	109.67
7	110.41
8	108.44
Promedio	110.82

Realizado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Tabla 4-28, Merma generada al pasar por el proceso de horneado

MERMA GENERADA	
Merma Generada	
# Muestra	Peso (Kg)
1	5.84
2	7.56
3	8.32
4	7.44
5	6.76
6	8.73
7	8.63
8	4.52
Promedio	7.23
Se merma	6.12%

Realizado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

De estas tablas se puede observar que de cada 118,04 Kg. de producto que pasa por el proceso de horneado, se obtiene 110,82 Kg., lo cual significa que ha mermado o se ha perdido 7,23 Kg. del total inicial, resultado que representa que se está generando una merma del 6,12% en promedio.

Situación obtenida con las mejoras

Tabla 4-29, Mediciones y estado de la merma obtenida con mejoras

Mediciones y estado de la merma generada			
	Peso Inicial Producto en Crudo (Kg)	Horneado	Merma Generada
	Peso Inicial en Kg.	Peso luego del Horneado en Kg.	Merma en Kg.
Promedio	118.03	114.67	3.36
		Se merma	2.85%

Realizado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

De esta tabla resumen se puede observar que de cada 118,03 Kg. de producto que pasa por el proceso de horneado, se obtiene 114,67 Kg., lo cual significa que ha mermado 3,36 Kg. del total inicial, resultado que representa que se está generando una merma del 2,85% en promedio.

Del análisis realizado de cada una de las situaciones se puede observar y darse cuenta con facilidad que la mejora obtenida es clara de apreciar sin duda, ya que anteriormente se generaba en el proceso de horneado una merma promedio del 6,12% del total del producto sometido a mencionado proceso, pero con las mejoras alcanzadas e implementadas en el proceso se ha obtenido en promedio una merma del 2,85%, resultado que demuestra que se ha mejorado sustancialmente. También se puede destacar que esta mejora representa hoy en día un ahorro y a la vez una ganancia para la empresa y, para el cliente, satisfacemos por una parte sus requerimientos, ya que para lograr reducir la merma, se estandarizó el proceso y se logró someter el producto siempre a una misma temperatura y durante un mismo tiempo, por lo cual se obtiene un producto mas igual y casi con las mismas características (peso, color, olor, entre otras), resultado que satisface significativamente al cliente potencial de la empresa.

Para poder apreciar mencionados alcances, se presenta a continuación de forma más detallada las mejoras obtenidas en los diferentes términos:

Análisis del ahorro obtenido

Tabla 4-30, Análisis del ahorro obtenido

ANÁLISIS DEL AHORRO OBTENIDO				
Costo	2	USD por Kg		
Perdida		Kg o USD		
SITUACIÓN INICIAL				
	Kg. MENSUALES	Porcent	USD	
Producción	2800	100.00%	5600	mensuales
Merma	171	6.12%	343	
			4113	anuales
SITUACIÓN OBTENIDA CON MEJORA				
	Kg. MENSUALES	Porcent	USD	
Producción	2800	100.00%	5600	mensuales
Merma	80	2.85%	159	
			1913	anuales
AHORRO OBTENIDO		2200	USD anuales	

Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

En esta tabla de resultados, es posible hacer un análisis acerca del costo que se puede reducir en el proceso de horneado. Normalmente se puede apreciar que se presentaba un costo mensual de 343 dólares en lo que tiene que ver con la merma generada de un total de 2800 Kg. de producción mensual. Los 343 dólares se obtienen de multiplicar los 171 Kg. que representan al 6,12% de merma que se genera, esto al multiplicarlo por el costo de producción por kilogramo producido se obtiene el mencionado resultado. Anualmente el costo que se ha estado dando por pérdidas de producto en merma es de 4113 USD.

Para poder apreciar la mejora obtenida, se puede ver la tabla resumen de la situación obtenida ya con las mejoras implementadas, y ésta indica que la merma generada que se da al ser sometida la producción mensual en el proceso de horneado se reduce a 80 Kg., la misma que representa al 2,85% de producto perdido del total de 2800 Kg. mensuales. El costo referente a la merma del total de producción anual en promedio es de 1913 USD.

Con estos análisis y resultados se observa y concluye que luego del estudio y luego de las mejoras implementadas, se ha podido ahorrar anualmente 2200 USD, logro representativo para la empresa.

Análisis de la ganancia generada

Tabla 4-31, Análisis de la ganancia generada

ANÁLISIS DE LA GANANCIA GENERADA				
PVP	4.35	USD por Kg		
Se deja de ganar		Kg o USD		
SITUACIÓN INICIAL				
	Kg. MENSUALES	Porcent	USD	
Producción	2800	100.00%	12180	mensuales
Merma	171	6.12%	745	
			8945	anuales
SITUACIÓN OBTENIDA CON MEJORA				
	Kg. MENSUALES	Porcent	USD	
Producción	2800	100.00%	12180	mensuales
Merma	80	2.85%	347	
			4161	anuales
GANANCIA GENERADA		4784	USD anuales	

Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Gracias a los datos obtenidos de estos resultados, se logra realizar un análisis de la ganancia que se puede obtener luego de haber alcanzado las mejoras. En la tabla superior se puede apreciar que con el proceso operando de la forma anterior se dejaba de ganar 8945 USD anuales, resultado que se obtiene de multiplicar la merma que se genera anualmente por el precio de venta al público.

La tabla de la situación obtenida con mejora representa la situación actual. En ésta se puede observar como resumen que anualmente se deja de ganar 4161 USD. De esta última información, si se compara con el dato de la situación anterior, se visualiza con facilidad la mejora que se ha logrado, y este es el resultado del estudio y mejoras logradas, representando una ganancia generada de 4784 USD anuales.

Análisis de la eficiencia

Tabla 4-32, Análisis de la eficiencia

ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA		
Costo	2	USD por Kg
Perdida		Kg
SITUACIÓN INICIAL		
Kg. MENSUALES		Producción Real
Producción	2800	
Merma	171	2629
Eficiencia	93.89%	
SITUACIÓN OBTENIDA CON MEJORA		
Kg. MENSUALES		Porcent
Producción	2800	
Merma	80	2720
Eficiencia	97.14%	
INCREMENTO EFICIENCIA		3.25%

Elaborado por: Israel Naranjo, Roberto Salazar

Para finalizar se ha realizado un análisis en términos de eficiencia, lo cual fue planteado en el objetivo general mejorar porcentualmente, y esto se ha logrado gracias a los datos e información recolectada durante todo el estudio.

En la tabla 4-32 se puede observar que la producción mensual total en las dos situaciones es la misma, pero lo que si varia es la producción real que se obtiene después de que ha pasado la producción por el proceso de horneado.

En la situación inicial lo que se obtiene es 2629 Kg. de producto, mientras que actualmente ha aumentado a 2720 Kg. anuales.

Para culminar se realiza un rápido análisis y se sacó la eficiencia para cada uno de los casos. Para la primera situación la eficiencia alcanzaba el 93,89%, indicador que representa un buen desempeño del proceso, pero aun así se ha logrado mejorar aún más, y hoy por hoy la eficiencia llega a los 97,14%, resultado que representa un incremento del 3,25% y a la vez deja una enseñanza, esta es que no existe perfección y que siempre hay que mantener un criterio de mejora continua para buscar el acercamiento a la excelencia.

5 CAPITULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo, se presentan las conclusiones a las que se llegó una vez finalizado el proyecto, así como también se formulan algunas recomendaciones.

5.1 CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se ha llegado una vez culminado este proyecto son las siguientes:

1. Se superaron los objetivos del proyecto, ya que la merma generada en el proceso de horneado fue reducida en forma significativa, y se creó conciencia de control dentro de los procesos en cada uno de sus responsables.
2. El enfoque de la empresa al estar siempre en busca de mejoras, ha hecho que las implementaciones logradas fortalezcan sus ganancias y la satisfacción del cliente. Consolidándola así en el mercado con fortalezas frente a sus competidores.
3. Por más de que en la práctica el tiempo y la temperatura parecieran tener relación, esto se descartó con certeza mediante el uso de la estadística y el software Minitab.
4. Gracias a los análisis estadísticos y las herramientas del Minitab se logró identificar los puntos óptimos para obtener la menor merma posible en el proceso de horneado.

5. Mediante el uso de cuadros de control se evita que los procesos vuelvan a sus estados anteriores, facilitando así que las implementaciones permanezcan durante el tiempo.
6. Se verificó que en el proceso productivo de salchichas existen índices elevados de variabilidad, lo que impide lograr un óptimo rendimiento productivo y alcanzar altos estándares de calidad.
7. Se implementó la metodología Seis Sigma, lo cual demostró que con ella se logró la detección de problemas específicos en el proceso productivo de salchichas, determinar acciones de mejora y control y, bajo adecuados conceptos de ingeniería de producción, superar el problema planteado
8. Luego del proceso de investigación, uso e implementación de las herramientas propuestas, se mejoró porcentualmente la eficiencia y calidad en el proceso productivo de salchichas.
9. Se definieron los modos de fallo en el proceso productivo, lo que permitió crear un plan de acción para analizar y evaluar, así como, determinar las posibles soluciones a los mismos, para eliminar y controlar errores, retrabajo, desperdicios, abundantes inspecciones y tiempos muertos.
10. Se aplicó la metodología definida para el proyecto, lo que permitió desarrollar las tareas en forma ordenada, esquemática, documentada y práctica.
11. Para dar al trabajo el sustento doctrinario, se revisó y se puso énfasis en la aclaración de los distintos conceptos fundamentales y la descripción de cada una de las herramientas necesarias que fueron utilizadas para el desarrollo del proyecto.

12. En coordinación y con el soporte de la alta dirección de la empresa, se identificó el proceso productivo clave que generaba mayor impacto tanto para la organización como para los clientes, y las características y parámetros críticos que repercutían en el mismo para la satisfacción del cliente. Así mismo se estableció el comportamiento de cada uno de los productos según diferentes variables, matrices, criterios, diagramas, etc., según fueron requeridos para tener mayor éxito en la aplicación de la metodología y el proyecto propuesto.
13. Los resultados y parámetros claves que se obtuvieron de la aplicación de los elementos antes citados, fueron asociados e interrelacionados lo cual facilitó enfocarse en las mejoras buscadas con el desarrollo de la metodología Seis Sigma.
14. Para formalizar la elaboración del proyecto de mejora junto con la alta gerencia, con el fin de que el equipo se mantenga enfocado en lo que se espera conseguir y alineados a los objetivos primarios de la empresa, se realizó un informe basado en el método del Project Charter.
15. Dentro del estudio, se evaluó la forma en que se realizan las mediciones de producto y si eran adecuadas y precisas, para lo que se realizaron varios muestreos de tamaño en distinto orden; lo que permitió confirmar y validar el sistema de medición que se ocupaba para el proceso.
16. Se midió el comportamiento natural del proceso, lo que implicó estudiar la variación del mismo a través del tiempo; se realizó el estudio de capacidad de los parámetros críticos y se analizaron los datos obtenidos, para determinar la capacidad del proceso y su estabilidad. Definiendo que el proceso tenía un desempeño incapaz e inestable.
17. Se identificaron en base a la información recolectada, las causas de los efectos que provocaban las fallas o problemas en las actividades críticas

anteriormente definidas, luego se analizaron y seleccionaron las causas potenciales.

18. Se identificaron y plantearon medidas de acción para en base a un plan de mejora ejecutarlas y ponerlas en práctica, proponiendo alternativas y, a través de un diseño de experimentos, seleccionar las mejores soluciones para los problemas identificados en base a los datos adquiridos.
19. Tras haber verificado y validado la solución se procedió en coordinación y con el apoyo de la alta dirección de la Empresa a implementar las mejoras obtenidas y ejecutarlas en el proceso.
20. Con este plan de mejora se cumplieron las metas previstas, logrando mantener las mejoras con miras al éxito, yendo de la mano con la satisfacción del cliente tanto interno como externo de la empresa.
21. Se elaboró el procedimiento que se debe seguir para cumplir con el monitoreo y control del proceso de mejora.
22. Se validó la solución realizando un estudio y análisis de la situación anterior de la empresa versus la situación lograda con las mejoras propuestas e implementadas, lo cual demostró que la mejora obtenida es clara de apreciar; anteriormente se generaba en el proceso de horneado una merma promedio del 6,12% del total del producto sometido al mencionado proceso, pero con las mejoras alcanzadas e implementadas en el proceso se ha obtenido en promedio una merma del 2,85%, resultado que demuestra que se ha mejorado sustancialmente, ya que esto hoy en día representa un ahorro y a la vez una ganancia tanto para la empresa como para la satisfacción del cliente.

23. Luego del estudio y con las mejoras implementadas, se ha podido ahorrar anualmente 2200 USD, logro representativo para la empresa y a la vez para la satisfacción de los clientes. Así mismo, el proceso operando representa una ganancia adicional de 4784 USD anuales.

24. En términos de productividad, se ha logrado que la misma suba de 93,89%, a 97,14%, resultado que representa un incremento del 3,25% y a la vez deja una enseñanza, esta es que no existe perfección y que siempre hay que mantener un criterio de mejora continua para buscar acercarse a la excelencia.

5.2 RECOMENDACIONES

1. No dejar de lado la actualización de los mapas de procesos para cada área de la empresa.
2. Que se tome como base este estudio, para la implementación de la metodología en el resto de productos que ofrece la empresa, ya que los procesos de producción para los mismos son similares y siguen por lo general una misma línea de elaboración.
3. Realizar verificaciones periódicas con el fin de asegurar que el personal lleve a cabo los nuevos procedimientos establecidos.
4. Realizar evaluaciones al personal de forma sorpresiva para verificar que se cumple de forma correcta el ingreso de datos al sistema, es decir evitar de esta manera que el operario adquiera un mal hábito de reportar datos ficticios.

5. Seguir con la metodología del Seis Sigma, que como finalidad tiene el mejoramiento continuo, no dejar que se presenten problemas para solucionarlos, anticiparse a éstos para poder obtener mejores beneficios.
6. Implementar un nuevo horno en el proceso, ya que se identificó que al tener únicamente dos hornos, esto se vuelve un cuello de botella, demorando notablemente la continuidad de la cadena productiva.
7. Como una inversión futura se podría pensar en una embudidora automática más específica, con el fin de estandarizar aún más el peso unitario por salchicha así como su longitud.
8. Que las soluciones y mejoras alcanzadas sean mantenidas por la empresa con carácter permanente, para lo cual se deberá cumplir el plan de monitoreo propuesto.

6 BIBLIOGRAFÍA

6.1 LIBROS DE REFERENCIA

- Hitoshi Kume. Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad. Grupo Editorial Norma 2002
- Dr. H. J. Harrington. Mejoramiento de los procesos de la empresa. McGraw Hill 1993
- Humberto Gutiérrez Pulido y Román de la Vara Salazar. Control estadístico de calidad y Seis Sigma. McGraw Hill 2004
- Basem Said El-Haik. Axiomatic Quality. Wiley Interscience 2005
- Kai Yang & Basem El-Haik. Design for six sigma. McGraw Hill 2003

6.2 PAGINAS DE INTERNET

- <http://www.mitecnologico.com/Main/MuestraAleatoria>
- <http://www.monografias.com/trabajos11/tebas/tebas.shtml#met>
- <http://www.diclib.com/cgi-bin/d1.cgi?l=es&base=alkonaeconomia&page=showid&id=4232>
- <http://personales.upv.es/vyepesp/05YPX01.pdf>
- <http://www.programaempresa.com/empresa/empresa.nsf/paginas/F0216EF8AA41D80AC125702800566A32?OpenDocument>
- <http://www.scribd.com/doc/16623/Graficos-de-Control>
- http://icicm.com/files/RESP_GU_A_DEFINICI_N.doc
- <http://www.sixsigmaspc.com/index.html#FreeSixSigmaCalculator>

6.3 MANUALES

- Eduardo C. de Moura. Folleto Formación de especialistas Six Sigma Green Belt. Qualiplus 2008

7 ANEXOS

7.1 Anexo 1 – Volumen de producción de cada familia

Jamones (en tripa)	
Producto	Producción Mensual (Kg.)
J. Americano	3460.62
J. de Espalda	666.66
J. de Pierna	31.40
J. de Pollo	293.14
Pernil en Molde	261.40
J. Americano P.	682.65
J. Americano E.	912.42
Total	6308.29

Mortadelas (tripa gruesa)	
Producto	Producción Mensual (Kg.)
Salame Cervecero	1878.33
Salame	254.26
Mortadela	375.14
Pastel Mexicano	80.84
Mortadela Jamonada	50.83
Mortadela Pollo	25.17
Mortadela E.	431.13
Total	3095.70

Mortadelas (tripa delgada)	
Producto	Producción Mensual (Kg.)
Salame Pizza	140.28
Salme Semi Cocido	355.02
Salame Español	119.67
Peperoni	293.36
Total	908.33

Especialidades	
Producto	Producción Mensual (Kg.)
Queso de Chancho	86.46
Hamburguesa Mixta	341.91
Hamburguesa de Pollo	58.02
Patel de Pollo	22.84
Enrollado de Pollo	4.56
Pastel de Carne	120.86
Enrollado de Cerdo	5.14
Jamón Virginia	54.43
Pernil Artesanal	196.47
Tocino Ahumado	739.92
Chuleta Ahumada	978.83
Lomo Canadiense	5.20
Costillas	46.13
Costillas Grandes	5.66
Costillas de Brazo	8.39
Tocineta	612.19
Total	3287.01

Familia de Prod.	Volumen Mensual (Kg.)	Porcent. (%)
Salchichas	10677.34	39.00%
Parrillada	3100.15	11.32%
Jamones	6308.29	23.04%
Mordadelas TG	3095.70	11.31%
Mortadelas TD	908.33	3.32%
Especialidades	3287.01	12.01%
Total	27376.82	100.00%

7.2 Anexo 2 – Comportamiento de productos

PRODUCTO / CRITERIO	VOLUMEN DE PRODUCCIÓN Mensual (Kg)	Porcentaje	MARGEN DE GANANCIA	Porcentaje	CANTIDAD DE RECORTES Mensual (Kg)	Porcentaje	CANTIDAD DE DESPERDICIOS Mensual (Kg)	Porcentaje	Total
S. Frankfuter	771.5	8.5%	7.0	25.0%	13.9	8.9%	1.3	6.6%	12%
S. Frankfuter Briones	2672.6	29.4%	3.0	10.7%	42.9	27.6%	4.3	21.4%	22%
S. Vienesá	725.3	8.0%	5.0	17.9%	17.1	11.0%	2.1	10.4%	12%
S. Vienesá Hot-dog	1397.5	15.4%	4.0	14.3%	19.4	12.5%	3.5	17.1%	15%
S. Vienesá Económica	911.0	10.0%	1.0	3.6%	16.5	10.6%	1.9	9.2%	8%
S. de Pollo	1071.1	11.8%	6.0	21.4%	24.9	16.0%	2.5	12.3%	15%
S. de Pollo Económica	1550.8	17.0%	2.0	7.1%	20.9	13.4%	4.7	23.1%	15%
TOTAL	9099.8	100.0%	28.0	100.0%	155.5	100.0%	20.2	100.0%	100%

7.3 Anexo 3 – Datos para el sistema de medición

Peso de paquete con salchichas		
Muestra No.	Medida 1	Medida 2
1	5.10	4.99
2	5.30	5.25
3	4.95	5.00
4	4.97	5.01
5	5.20	5.11
6	5.06	4.90
7	5.05	4.76
8	5.04	4.82
9	5.02	4.88
10	5.01	4.94
11	5.00	5.00
12	5.20	5.06
13	5.15	5.12
14	5.17	5.18
15	5.14	5.24
16	5.13	5.30
17	5.11	4.90
18	5.10	4.95
19	5.10	5.20
20	5.33	5.14
21	5.24	5.05
22	5.26	5.03
23	5.28	5.01
24	5.31	4.99
25	5.33	4.97
26	5.03	4.95
27	5.09	4.92
28	4.94	4.90
29	4.93	4.88
30	4.89	4.86

7.4 Anexo 4 – Mediciones para el análisis de capacidad

7.4.1 Peso unitario salchicha Frankfuter Briones

MEDICIÓN DEL PESO DE CADA SALCHICHA "Frankfuter Briones" (Gramos)							
Día	Parada	Muestra	1	2	3	4	5
1	101	1	63.7	66.4	64.8	65.9	63.7
	102	2	65.2	65.6	69.2	63.4	66.5
	103	3	66	66.3	66.1	67.5	66.7
	104	4	66.1	64.7	66.7	65.8	67.3
	105	5	65.5	65.4	65.2	67	67.3
2	106	6	66.2	66.3	63.2	66	67.3
	107	7	66.1	66.8	64.8	63.7	62.3
	108	8	65.4	67.1	62.1	68	64.7
	109	9	66.2	63.9	65.5	65.5	67
	110	10	64.4	64.2	64.3	65	62.4
3	111	11	69.2	63.6	63.8	64.9	65.8
	112	12	63.3	64.6	63.2	63.1	63.4
	113	13	67.1	62.9	60.6	65.5	62.9
	114	14	66.5	63.6	64.1	61.4	65
	115	15	64.2	63.6	65.1	68.3	64.5
4	116	16	64.4	69	67.1	63.7	65.6
	117	17	69.1	64.6	65.4	65.4	65.2
	118	18	66.1	61.8	61.5	64.7	64.2
	119	19	64.8	63.9	64.5	65.3	66.3
	120	20	67.1	62.5	64.1	65	64.5
5	121	21	63.8	66.1	63.6	65.5	67.3
	122	22	68.1	62.7	64.9	64.9	61.3
	123	23	63.9	62.9	63.6	63.1	68.4
	124	24	63.9	64.1	65.3	63.1	64.8
	125	25	64	62.1	64.6	63.9	64.7

7.4.2 Longitud unitaria salchicha Frankfuter Briones

MEDICIÓN DE LA DIMENSIÓN DE CADA SALCHICHA "Frankfuter Briones" (milímetros)							
Día	Parada	Muestra	1	2	3	4	5
1	101	1	20.55	20.9	21.65	20.25	20.35
	102	2	20.65	20.85	20.7	21.45	20.6
	103	3	20.8	21.35	21.05	21.3	21.2
	104	4	21	21.85	20.95	20.9	20.6
	105	5	20.8	20.7	20.6	21.2	20.9
2	106	6	21.2	21.25	21.4	20.6	20.8
	107	7	20.55	20.85	21.15	20.85	20.7
	108	8	21.35	20.8	20.7	20.9	20.8
	109	9	20.65	20.85	20.65	20.7	21.45
	110	10	20.75	21.3	21.3	20.85	21.25
3	111	11	20.9	20.35	20.85	20.45	20.45
	112	12	20.6	20.85	20.8	20.95	20.4
	113	13	20.5	21.1	20.85	20.75	20.95
	114	14	20.8	21	21	20.85	20.75
	115	15	20.45	20.6	20.8	21.4	21
4	116	16	20.75	21.15	20.55	21.25	21.1
	117	17	20.75	21	20.85	21.05	21.05
	118	18	20.7	21.2	20.65	20.8	20.8
	119	19	20.45	21	20.35	21	21.15
	120	20	20.7	20.8	21	21.35	21
5	121	21	20.75	20.95	20.65	20.7	21.35
	122	22	21.3	21.4	20.85	20.8	21.05
	123	23	21.2	21.25	21.25	21.2	21
	124	24	21.25	21.75	20.45	20.85	21.15
	125	25	21	20.5	21.15	20.5	20.55

7.5 Anexo 5 – Muestreo de mermas para diseño de experimentos

CADA 100 KG SE MERMA:				
Replica 1			TEMPERATURA (°C)	
			Minimo	Máximo
			135.0 °C	140.0 °C
TIEM PO (min)	Mínimo	28	3.33	4.01
	Máximo	31	5.43	6.18
Replica 2			TEMPERATURA (°C)	
			Minimo	Máximo
			135.0 °C	140.0 °C
TIEM PO (min)	Mínimo	28	2.45	2.73
	Máximo	31	4.55	5.88
Replica 3			TEMPERATURA (°C)	
			Minimo	Máximo
			135.0 °C	140.0 °C
TIEM PO (min)	Mínimo	28	2.75	4.06
	Máximo	31	5.4	5.1

7.6 Anexo 6 – Mediciones previas para diseño de experimentos

HORNEADO					
Tiempo de Horneado		Temperatura de Horneado		Peso luego del Horneado	
# Muestra	Tiempo (Min)	# Muestra	Temperatura (°C)	# Muestra	Peso (Kg)
1	31.00	1	140	1	115.12
2	29.78	2	135	2	111.16
3	28.00	3	140	3	109.44
4	28.55	4	140	4	110.64
5	29.00	5	135	5	111.64
6	29.50	6	140	6	109.67
7	31.00	7	130	7	110.41
8	29.20	8	140	8	108.44
Promedio	29.50	Promedio	137.50	Promedio	110.82

7.7 Anexo 7 – Carta de Control

CARTA DE CONTROL PROCESO DE HORNEADO					
Responsable:			Lote:		
Producto:			Fecha:		
No. de muestra	Peso Inicial (stick)	Hora entrada Homo	Hora salida Homo	Temperatura horno	Peso Horneado (stick)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Firma Encargado Homo

Firma Jefe Control de Calidad

7.8 Anexo 8 – Tabla de especificaciones

TABLA DE ESPECIFICACIONES PARA CONTROL MENSUAL DEL PESO DE MERMA DE LA SALCHICHA FRANKFUTER BRIONES EN CARNIDEM CIA. LTDA.

CONTROL DE CALIDAD

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL HORNEADO DE SALCHICHAS FRANKFUTER BRIONES

DE MEDIDAS Y PESO			
ORD.	TIPO DE CONTROL	ESPECIFICACIONES	FRECUENCIA
1	TIEMPO EN CRONOMETRO	28 MIN +/- 15 SEG	POR MUESTRA TOMADA
2	TEMPERATURA EN DISPLAY	135 +/- 2 GRADOS	POR MUESTRA TOMADA
3	PESO DE MERMA	2,85 % +/-1,0 % POR STICK	POR MUESTRA TOMADA

INSPECCION VISUAL			
ORD.	TIPO DE CONTROL	ESPECIFICACIONES	FRECUENCIA
1	SALCHICHAS CUMPLE CON ESPECIFICACIONES	CARACTERISTICAS PROPIAS DEL PRODUCTO CUMPLIDAS	POR MUESTRA TOMADA

7.9 Anexo 9 – Instrumentos implementados para la mejora

Termocupla tipo K:

PIROMETRO CON TERMOCUPLA TIPO K (-50 + 750°C)

CARACTERÍSTICAS:
<ul style="list-style-type: none">- TERMOMETRO DIGITAL- PANTALLA: LCD- TEMPERATURA: -50°C-750°C- RESOLUTION: 1°C- SENSOR TIPO: ?K?- POWER SUPPLY: 9V BATTERY

Cronómetro TR118

CRONÓMETRO AVISADOR TIMER OREGON SCIENTIFIC TR118



Reloj cronómetro avisador para cocina o cualquier aplicación donde precisemos contar tiempos.

CARACTERÍSTICAS:

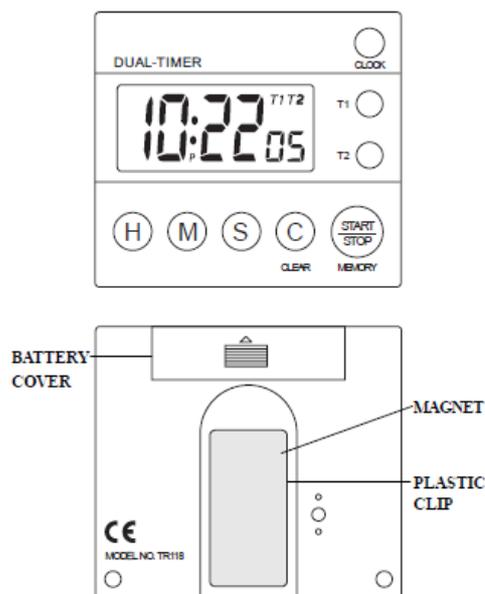
- Reloj digital en formato 12 ó 24 horas.
- Dos cronómetros digitales para contar tiempos hacia delante o hacia atrás desde un tiempo fijado previamente. En este caso cuando llega a cero emite pitidos durante un minuto. Pueden funcionar los dos cronómetros simultáneamente.
- Tiempo máximo de cronometraje: 99 horas, 59 minutos y 59 segundos.
- Alimentación: una pila AAA.
- Para sobremesa, sujetar mediante pinza posterior o fijar a metal mediante imán.
- Muy fácil de usar.
- Dígitos grandes de 20 mm.
- Dimensiones: 66 x 73 x 20 mm. (alto x frente x fondo).

Manual de instrucciones del Cronómetro TR118:



2 CHANNEL JUMBO DISPLAY CLOCK TIMER

INSTRUCTION MANUAL
MODEL: TR118



- Both timer channels can be used at the same time. When using both timer channels, simply press the T1 or T2 button to note count down time remaining. Non-flashing (T1 or T2) indicates the count down time of the channel being displayed.

TIMER BUZZER ALARM

- When timer counts to 00H, 00M and 00S, timer buzzer alarm will sound and timer will begin to count up in seconds with respective non-flashing timer channel indicator appearing in display.
- Timer buzzer will be stopped by pressing any button.
- Buzzer will automatically turn off in 60 seconds. Count-up timer continues to operate until stopped.
- Count-up timer in alarm mode can be stopped by pressing any button.
- Press Clear button to reset display to zero.
- If both channels are counting down, when time expires in both channels within a minute of each other and the alarm has not been turned off, the alarm for the just expired timer will sound with the other timer channel flashing in the display. Turn off by pressing the START/STOP button.
- The other channel alarm will sound at the completion of cycle, and the indicator will count up.
- Press START/STOP button to turn off.

TIMER MEMORY RECALL

- After timer buzzer alarm stops, press START/STOP button once to recall preset timer time.
- Press START/STOP button again to start timer.

COUNT-UP/STOPWATCH TIMER

- Press desired timer channel button.
- Press CLEAR button to clear display.
- Press START/STOP button and time will begin to count-up in 1 second resolution.
- Press START/STOP to stop count-up timer.
- If you wish to restart timing process, press START/STOP button again.
- To turn timer off, press START/STOP button and then Clear button.
- If count up/stopwatch timer is not turned off when it reaches 99 hours, 59 minutes, 59 seconds, it will start counting over again at 1 second resolution from 00H, 00M, 00S.

TIMER FEATURES:

1. 2 Channel LCD Count-down and Count up Timer together with Clock.
2. 6 digits display showing HOUR, MINUTE, and SECOND for both Timers and Clock.
3. Automatic count-up after Timer counts down to zero.
4. Count-down timer: Maximum setting is 99 hours, 59 minutes and 59 seconds at 1 second resolution.
Count-up timer: Maximum count-up range is 99 hours, 59 minutes and 59 seconds at 1 second resolution.
5. Buzzer alarm sounds for 1 minute when timer counts to zero.
6. Timer memory recall for each count-down timer.
7. Individual buttons for HOUR, MINUTE and SECOND setting.

NORMAL TIME SETTING

1. Press the Clock button down for approximately 3 seconds. The digits and colon will flash on the display.
2. Press the Hour button to advance to the correct hour. Hold button down for approximately 2 seconds for fast setting.
3. A "P" will appear on the display below the colon for PM. There is no symbol for AM indication.
4. Press MIN button to advance to the correct minute. Hold the button down for approximately 2 seconds for fast setting.
5. Press the SEC button to reset second digit to zero when the second digits are within the 00-29 second range; pressing SEC button in 30-59 second range advances minute setting by 1 minute and resets second digits to zero.
6. Press the Clock button to start clock. The colon will flash in clock mode.
7. The Clock operates independently of the timing channels. Whenever the clock button is pressed, the time of day will appear on the display. If timers are operating, T1 or T2 *respectively* will flash.

12/24 HOUR FORMAT SELECTION

1. To activate 24 hour format, in Clock Mode hold START/STOP button down for approximately 3 seconds, beep tone will indicate format change.
2. To change back to 12 hour format, repeat step 1 above.

COUNT-DOWN TIMER SETTING (SEE FIG.1)

1. Press either T1 or T2 button for desired timing channel. The selected channel, T1 or T2, will appear on the display. The colon does not flash in the timer mode.
2. Press CLEAR to reset timer to zero.
3. Press individual HOUR, MIN & SEC buttons to program desired time. The numbers can be fast forwarded by holding the individual buttons down for 2 seconds.
4. If error is made in programming, hold individual HOUR MIN & SEC button down first, then press the clear button to zero the digit. Then reprogram as explained above.
5. Follow the same procedure above for programming the other timer channel.

TIMER START/STOP

1. After time setting is ready, press START/STOP button once to activate timer. Steady T1 or T2 indicator on screen shows active channel on display.
2. When timer is counting, press START/STOP button once and displayed timer channel will pause.
3. Press START/STOP button once and timer will resume counting.

BATTERY REPLACEMENT

To replace exhausted battery, slide push the battery cover on backside in direction of arrow. Set cover aside and remove battery. Insert a new 1.5V 'AAA' battery as indicated by the polarity symbols (+&-) marked and close battery cover.

Sometimes the timer may not activate after installing a new battery. If this happens, simply remove battery from the battery compartment and reinstall again. The Clock will resume normal operation.

CLIP ATTACHMENT

The timer can clip on thin board, belt or shirt pocket using the plastic clip on the backside of timer.

MAGNETIC ATTACHMENT

The timer can attach to iron or steel surface, using the magnet attached to the clip on the backside of the timer.

TABLE TOP USE

Use the clip and metal stand bar together to stand the clock/timer at an angle on any flat surface.

SPECIFICATIONS

Power: use 1 pc UM-4 or "AAA" 1.5V battery

Weight: 0.18 lbs (without battery)

Dimension: 2.75" x 0.75" x 2.5" (LxWxT)

CAUTION

- The content of this manual is subject to change without further notice.
- Due to printing limitation, the displays shown in this manual may differ from the actual display.
- The contents of this manual may not be reproduced without the permission of the manufacturer.

CUSTOMER ASSISTANCE

Should you require assistance regarding this product and its operation, please contact our customer care department at 541-868-8205 or via email at helpme@oscientific.com.

WARRANTY

This product is warranted to be free of manufacturing defects for a period of 3 months from date of retail purchase. Defective product should be directed to the place of retail purchase for exchange. Should this not be possible, contact our customer care department for assistance and a return material authorization. No returns may be made without a return authorization. Please retain your retail receipt as you may be asked to provide a copy of it for proof of date purchased.

This warranty does not cover product subjected to abuse, misuse, accidental damage or tampering.

Upon return of the defective product, Oregon Scientific will at its discretion, replace the product with either a new or a tested reconditioned product. Should the product be out of warranty, the consumer may purchase directly from Oregon Scientific a replacement at reasonable cost plus shipping and handling.