



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

**REDUCCIÓN DE LOS ARTÍCULOS DEFECTUOSOS Y
DESPERDICIOS EN LA EMPRESA GAMA EDITORES REYES
MEDINA CIA. LTDA, UTILIZANDO LA METODOLOGÍA DE SEIS
SIGMA**

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGISTER EN
GERENCIA EMPRESARIAL, MBA, MENCIÓN GESTIÓN DE PROYECTOS**

FAUSTO ORLANDO IBARRA ZULETA

foiz2008@yahoo.es

Director: Mat. Gustavo Franklin Herrera Piedra, M.Sc.

gustavofhp@yahoo.com

2015

Yo, Fausto Orlando Ibarra Zuleta, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

FAUSTO ORLANDO IBARRA ZULETA

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Fausto Orlando Ibarra Zuleta, bajo mi supervisión.

Mat. Gustavo Herrera, M.Sc.

DIRECTOR

AGRADECIMIENTOS

A mi esposa Narcisa Vinueza, por ser el pilar fundamental de mi vida.

A mis hijos, Erick, Leslie y Kerly, por su motivación

A mis padres por iluminar mi camino

A mis hermanos Mercy, Edwin, Geovanni, Luis quienes con su ejemplo y profesionalismo han sabido inculcarme el camino del éxito.

Al Ing. Oscar Reyes por la apertura brindada en la Compañía Gama Editores.

Al Mat. Gustavo Herrera por la acertada guía en el presente proyecto.

A mis amigos quienes brindaron su apoyo en el presente proyecto.

Fausto Orlando

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a DIOS, a mi esposa, por su fuerza y motivación, a mis padres, hermanos y a todos mis familiares que me brindaron su apoyo en todo momento, por su comprensión ya que por cumplir con la obligación de realizar este trabajo no pude compartir momentos especiales con ellos, pero he conseguido uno de mis sueños que tanto he anhelado, en base al esfuerzo, constancia y sacrificio.

Fausto Orlando

ÍNDICE DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABLAS	iii
LISTA DE ANEXOS	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT	vi

1. INTRODUCCIÓN..... 1

1.1 ANTECEDENTES..... 1

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA GAMA EDITORES..... 3

1.2.2 RESEÑA HISTÓRICA..... 3

1.2.3 UBICACIÓN

1.2.4 LA CADENA DE PRODUCCIÓN

1.2.5 TECNOLOGÍA..... 6

1.2.6 PROVEEDORES..... 9

1.2.7 CANALES DE DISTRIBUCIÓN..... 9

1.2.8 COMPETENCIA..... 9

1.2.9 GAMA EDITORES EN RELACIÓN A LA COMPETENCIA:..... 10

1.2.9.1 Ecuanova:

1.2.9.2 Discancorp:..... 10

1.2.9.3 Importadora Núñez Sánchez:

1.2.9.4 Rexplastics:..... 10

1.2.9.5 La Condamine:

1.2.9.6 Participación en el mercado..... 11

1.2.10 PRODUCTOS SUSTITUTOS..... 11

1.2.11 PRODUCTOS Y/O SERVICIOS..... 12

1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA..... 13

1.4 OBJETIVOS..... 15

1.4.1 OBJETIVO GENERAL..... 15

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.4.2.1 Realizar el análisis de los procesos actuales para la empresa Gama..... 15

1.4.2.2	Realizar un estudio de la capacidad del proceso.	15
1.4.2.3	Diseñar cartas de control para el proceso.	15
1.4.2.4	Lograr mejoras estabilizando el proceso.	15
1.4.2.5	Estandarizar las mejoras para lograr un proceso con capacidad mayor a 1,33 (industrialmente capaz).	15
1.4.3	HIPÓTESIS	15
1.5	JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	15
2	MARCO TEÓRICO.....	17
2.1	ANTECEDENTES SEIS SIGMA	17
2.1.1	HISTORIA DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA	17
2.1.1	DEFINICIONES DE SEIS SIGMA	17
2.1.2	SIGNIFICADO ESTADÍSTICO DE SEIS SIGMA.....	19
2.1.3	FILOSOFÍA Y APLICACIÓN DE SEIS SIGMA.	23
2.1.4	OBJETIVOS DE SEIS SIGMA.....	24
2.1.5	GESTIÓN DE LA CALIDAD TOTAL Y SEIS SIGMA.....	25
2.1.6	CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO.....	26
2.1.7	ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PROCESO	27
2.1.7.1	Razón de la capacidad del proceso	27
2.1.7.2	Capacidad del proceso. (Gutiérrez Pulido H. , 2010).....	28
2.1.7.3	Índice de capacidad (Cp.).....	29
2.1.7.4	Índice de capacidad real (Cpk).....	29
2.1.7.5	Interpretación del índice C _p	30
2.1.7.6	Índice C _{pm} . (Índice de Taguchi).....	31
2.1.7.7	Ingeniería de calidad.....	32
2.1.8	PRUEBAS DE HIPÓTESIS	33
2.1.9	ANOVA.....	34
2.1.10	DISEÑO DE EXPERIMENTOS (DDE).....	35
2.1.11	VARIABILIDAD	36
2.2	PROCESO DMAMC.....	41
2.2.1	DEFINIR EL PROYECTO (D)	42
2.2.2	MEDIR LA SITUACIÓN ACTUAL (M).	43
2.2.3	MEJORAR.....	45
2.2.4	CONTROLAR.....	45
2.3	ESTRUCTURA HUMANA	46
2.3.1	CAMPEONES (Champions). Llamados también patrocinadores, son los.....	46

2.3.2	MAESTROS CINTA NEGRA (Master Black Belt). Personal.....	46
2.3.3	CINTAS NEGRA (Black Belt).....	46
2.3.4	CINTAS VERDE (Green Belt).....	47
2.4	HERRAMIENTAS CLAVES DE SEIS SIGMA	48
2.4.1	CARTAS O DIAGRAMAS DE CONTROL	48
2.4.2	DIAGRAMA DE PARETO.....	49
2.4.3	DIAGRAMA DE DISPERSIÓN	49
2.4.4	LLUVIA DE IDEAS (Brainwritting)	50
2.4.5	DIAGRAMA SIPOC	50
2.4.6	ANÁLISIS MULTIVARY	50
2.4.7	DIAGRAMA DE ÁRBOL.....	52
2.4.8	ÁRBOL DE CONTINGENCIAS (PDPC)	52
2.4.9	MATRIZ DE PRIORIZACIÓN.....	52
3.	METODOLOGÍA.....	53
3.1	DEFINIR.....	53
3.1.1	IDENTIFICAR LA VARIABLE CRÍTICA PARA LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE.	53
3.1.2	IDENTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS DE SATISFACCIÓN (CTS).....	56
3.1.3	DIAGRAMA DE PARETO.....	58
3.1.4	ESTABLECER EL PROCESO (Diagrama SIPOC – Macro).....	59
3.1.5	FORMALIZACIÓN DEL PROYECTO	60
3.2	MEDIR.....	62
3.2.1	EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN.....	62
3.2.2	ESTABILIDAD Y CAPACIDAD DEL PROCESO RESPECTO A LA VARIABLE CORTE VERTICAL.....	63
3.2.3	ESTABILIDAD Y CAPACIDAD DEL PROCESO RESPECTO A LA VARIABLE CORTE HORIZONTAL (Ancho).	66
3.2.4	ESTABILIDAD Y CAPACIDAD RESPECTO AL SUBPROCESO DE COSIDO	68
3.3	ANALIZAR.....	72
3.3.1	ANALIZAR LAS FUENTES DE VARIABILIDAD	72
3.3.2	DIAGRAMA DE ÁRBOL CAUSA - EFECTO.....	72
3.3.3	DIAGRAMA DE DISPERSIÓN	74

3.3.4 ANÁLISIS MULTI-VARI	74
3.3.5 CONCLUSIONES DE LA ETAPA DE ANÁLISIS:.....	76
4 RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	77
4.1 MEJORAR.....	77
4.1.1 PLAN DE ACCIÓN	77
4.1.2 PLANES DE ACCIÓN: Análisis de Modo de Falla del Proceso de Producción Agendas	79
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
5.1 CONCLUSIONES	83
5.2 RECOMENDACIONES	83
REFERENCIAS	85
ANEXOS	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1–Ubicación de Gama Editores Cia. Ltda.....	4
Figura 2–Descripción del proceso de producción	6
Figura 3–M.O.Bicolor. Prensa Offset, imprime 9000 pliegos por hora, dos colores a la vez.....	7
Figura 4–DobladoradepapelMBO.de papel.....	7
Figura 5–Alta frecuencia.....	8
Figura 6–M.O. Guillotina polar 115 6HP	8
Figura 7–Figura participación en el mercado.....	11
Figura 8–Productos sustitutos	12
Figura 9–Metodología Seis Sigma	19
Figura 10–Relación entre población-muestra, parámetros y estadísticos	20
Figura 11–Nivel 3 sigma	21
Figura 12–Nivel 6 sigma	22
Figura 13 – Gráfica de control de los límites específicos y del proceso	27
Figura 14–Gráfica de control de los límites específicos y del proceso	28
Figura 15–Medición de la capacidad del proceso	29
Figura 16–Índice de capacidad real.....	30
Figura 17–Enfoque del travesaño de portería.....	33
Figura 18–Función de pérdida de la calidad	33
Figura 19–Pruebas ANOVA	34
Figura 20–Aspectos de la planificación experimental	35
Figura 21–Variabilidad de un proceso. Cada M aporta una parte no necesariamente igual, de la variación total observada.....	38
Figura 22–Uso del DMAMC en un proyecto de Seis Sigma	42
Figura 23–Etapa 2, Medición.....	44
Figura 24–Etapa 3, Análisis	45
Figura 25–Etapas 4, Mejoramiento	45
Figura 26–Etapa 4, Control	46
Figura 27–Organización de un proyecto Seis Sigma	47
Figura 41–Importancia de los componentes de satisfacción (CTS’s)	54
Figura 42–Diagrama de Pareto de Características Críticas de satisfacción (CTS)	54
Figura43–Características críticas de satisfacción.....	57
Figura 44–Diagrama de Pareto de defectos.....	59
Figura 45–Diagrama SIPOC – nivel macro del proceso de producción	60
Figura 46–R&R del sistema de medición para corte vertical (ANOVA).....	62
Figura 47–R&R del sistema de medición (ANOVA) para corte horizontal (Ancho)	63
Figura 48–Análisis de la estabilidad de la variable corte vertical (Largo).....	64
Figura 49–Análisis de estabilidad de la variable Corte Vertical (Largo).....	64
Figura 50–Análisis de la capacidad de la variable corte Vertical (Largo)	65
Figura 51–Análisis de la capacidad de la variable corte Vertical (Largo)	65
Figura 52–Análisis de estabilidad de la variable corte horizontal (Ancho)	66
Figura 53–Análisis de la capacidad de la variable corte horizontal (Ancho).....	67
Figura 54–Análisis de la capacidad de la variable corte horizontal (Ancho).....	67

Figura 55–Análisis de la gráfica P para defectuosos de cosido de agendas	68
Figura 56 – Carta p con límites promedio para el cosido de agendas	69
Figura 57 – Informe diagnóstico de la capacidad para artículos defectuosos	70
Figura 58– Informe resumen del análisis de la capacidad de Agenda Empresarial	70
Figura 59- Diagrama de Ishicawa de la variable Corte	73
Figura 60 - Diagrama de Ishicawa de productos defectuosos de cosido de agendas	73
Figura 61– Gráfica de dispersión de corte vertical y horizontal	74
Figura 62-Análisis de variación múltiple sobre corte vertical.....	75
Figura 63 – Gráfica de variación múltiple corte horizontal	75
Figura 64– Objetivos plan de mejora	78
Figura 65– Programador para guillotina	80
Figura 66– Gráfica de capacidad de corte horizontal.....	81
Figura 67– Gráfica capacidad de corte vertical.....	81

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 – Clasificación ampliada de actividades económicas.....	5
Tabla 2–Maquinaria	7
Tabla 3–Proveedores Gama Editores	9
Tabla 4–Competencia.....	10
Tabla 5– Productos y servicios de Gama Editores	12
Tabla 6–Producción promedio con artículos defectuosos y desperdicios de la empresa Gama Editores.	14
Tabla 7–Relación entre el nivel Z y ppm.(Gutiérrez Pulido H. , 2010)	22
Tabla 8–La filosofía 6σ	23
Tabla 9–Comparación entre gestión de la calidad y Seis Sigma.....	26
Tabla 10–Valores del C_p y su interpretación	31
Tabla 11–Prueba de hipótesis.....	34
Tabla 12–Costos de calidad generados por artículos defectuosos.....	38
Tabla 13–Sistema de Certificación	48
Tabla 14–Matriz de priorización de criterios.	55
Tabla 15–Matriz síntesis para la determinación del proceso clave.	56
Tabla 16–Valoración del IIC y GNC	57
Tabla 17–MatrizCTS priorizada.....	57
Tabla 18–Carta del proyecto	60
Tabla 19 – Análisis de la capacidad (agenda empresarial), en base al porcentaje de desperdicio	71
Tabla 20 – Análisis de la capacidad (agenda ejecutiva), en base al porcentaje de desperdicio	71
Tabla 21 – Análisis de la capacidad (agenda económica), en base al porcentaje de desperdicio	71
Tabla 22–Matriz de síntesis del estado actual de variables.....	71
Tabla 23 - Evolución de factores críticos cualitativos	79
Tabla 24–Matriz de síntesis del estado actual de variables con mejoramiento	82

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A- Importancia de los componentes de satisfacción	86
ANEXO B -Diagrama de Pareto de la importancia de los componentes de satisfacción	86
ANEXO C -Tabla de verificación para productos con defectos	87
ANEXO D -Calidad de corto y largo plazo en términos DPMO y el nivel de calidad sigma (Z).....	87
ANEXO E - Valores del Cp. y su interpretación.	88
ANEXO F -Índice Cp. en términos de piezas malas	88
ANEXO G -Factores para calcular la gráfica x-barra y gráfica R	89
ANEXO H -Datos y códigos para el diagrama de Pareto	89
ANEXO I - Histórico de diagramas de Pareto correspondiente al mes de septiembre y octubre de 2013	90
ANEXO J - Plan de muestreo sistemático	91
ANEXO K -Datos para el estudio de la capacidad y estabilidad (Corte vertical y horizontal), Septiembre 2013.....	92
ANEXO L -Datos para el estudio de capacidad de cosido de agendas (artículos defectuosos).....	94
ANEXO M -Datos para calcular el porcentaje de desperdicios	95
ANEXO N -Datos para calcular el porcentaje de desperdicios.....	96
ANEXO O -Datos para calcular el porcentaje de desperdicios.....	96
ANEXO P - Equipo y responsabilidades con respecto al proyecto.....	97
ANEXO Q -Datos para el estudio R&R sobre Corte Vertical (Largo).....	97
ANEXO R -Datos para el estudio R&R sobre Corte horizontal (Ancho).....	99
ANEXO S -Las matrices de priorización para cada criterio se muestran a continuación:	101
ANEXO T- Modelo de la orden de encuadernación	103
ANEXO U - Matriz de actividades.	104
ANEXO V - Diagrama de flujo del proceso de servicio al cliente	105
ANEXO W - Proceso de Marketing.....	106
ANEXO X - Diagrama de flujo del proceso de marketing.	107
ANEXO Y - Proceso de Adquisiciones	108
ANEXO Z - Diagrama de flujo del proceso de adquisiciones.	109
ANEXO AA - Proceso de Ventas	110
ANEXO BB - Diagrama de flujo del proceso de ventas.	111
ANEXO CC - Mejoramiento tecnológico	112

RESUMEN

El proyecto es una propuesta de mejoramiento para el proceso de producción de agendas en la empresa Gama Editores Cia. Ltda. basado en la metodología Seis Sigma que contiene las fases Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar (DMAMC).

El primer capítulo trata sobre la descripción de la empresa Gama Editores, el problema, los objetivos, la justificación del proyecto que se plantea solucionar.

El segundo capítulo es la base teórica del proyecto: parte con los antecedentes, historia, significado estadístico, filosofía, objetivos, control estadístico de la metodología Seis Sigma, que incluye las fases Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar.

En el tercer capítulo primero se define el foco de mejora y las características críticas del proceso, validar los sistemas de medición para analizar la estabilidad y capacidad del proceso, seleccionando las causas potenciales del problema.

El cuarto capítulo contiene la propuesta del proyecto direccionada en la fase Mejorar, se generan soluciones, se sugiere la utilización de equipos y software estadístico, plan de mantenimiento, capacitación y un desarrollo organizacional.

En el quinto capítulo están las conclusiones y recomendaciones del proyecto de investigación.

Palabras clave:

Seis Sigma, DMAMC, Calidad, Corte, Cosido, variable

ABSTRAC

The project is a proposal to improve the production process in the company Gama agendas Editors Cia. Ltda. Based on the Six Sigma methodology containing the Define, Measure, Analyze, Improve, Control (DMAIC) phases.

The first chapter deals with the description of the company Gama Editors, the problem, objectives, rationale for the project that arises solve.

The second chapter is the theoretical basis of the project: part with the background, history, statistical significance, philosophy, objectives, statistical control of the Six Sigma methodology, which includes Define, Measure, Analyze, Improve, Control phases.

In the third chapter first focus for improvement and characteristics defined critical process, validating measurement systems to analyze the stability and capacity of the process, selecting potential causes.

The fourth chapter contains the project proposal addressed in the Improve phase, solutions are generated using computers and statistical software, plan maintenance, training and organizational development is suggested.

In the fifth chapter are the conclusions and recommendations of the research project.

Keywords:

Six Sigma, DMAIC, quality, cutting, sewing, Variable

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES.

En la actualidad, uno de los mayores retos que enfrentan las empresas es el de la fuerte competencia dentro de los mercados tanto a nivel local como a nivel global.

Según Sergio Novelo, “hace 15 años, en México, todavía se veían los Sistemas de Calidad como algo que solo se media con índices estadísticos. Desde entonces, la Calidad se ha ido posesionando donde debe, en todos los niveles sociales, ideológicos y económicos, siendo al día de hoy, ya no solamente un anexo en los procesos y productos, sino también, un complemento de la vida misma.”(Novelo, 2001)

Las organizaciones de manufactura y las instituciones de servicio, tienen que ser cada vez más eficientes es decir, altamente productivas dada la alta competencia en el mercado global. De tal manera que deben diseñar una cadena de valor que logre satisfacer totalmente las necesidades de sus clientes, con calidad, en el menor tiempo posible, y a un costo competitivo.

Las oficinas de diseño del producto, tienen el reto de innovar, modificar y optimizar en el menor tiempo posible sus diseños, para lanzar nuevos productos sean altamente complejos. La manufactura experimenta retos altamente complejos. La manufactura experimenta retos que anteriormente eran inimaginables ya que tienen que producir mayores volúmenes de producción, con muchos menos recursos, de los que antes destinaba para ello.

Las organizaciones productivas llevan a cabo una gran variedad de procesos mediante los cuales van incrementando la cadena de valor a los ojos del cliente. En estos procesos la variación es un factor que afecta todos y cada uno de dichos procesos, siendo imperativo el controlarla. El concepto de variación establece que no existen dos artículos que sean perfectamente iguales, la variación es un fenómeno de la naturaleza y un hecho en el entorno de cualquier tipo de organización. Por ejemplo el contenido de líquido de refresco

varía de una botella a otra y el tiempo requerido para asignar un asiento en el mostrador de registro de una línea aérea varía de un pasajero a otro. Si ignoramos la existencia de la variación, se pueden llegar a tomar decisiones incorrectas sobre problemas importantes, lo cual impactaría en la calidad de los productos incidiendo esto en la satisfacción de los clientes finales.(Campanella, 2002)

A lo largo del devenir del tiempo, las técnicas para mejorar la calidad han ido evolucionando paulatinamente; en un principio la calidad se detectaba y controlaba mediante inspecciones finales de los productos (siglo XIX), aquellos productos que estaban dentro del rango de especificaciones eran aceptados, los que no, se rechazaban, teniendo que ser reprocesados o desechados.(Campanella, 2002)

Este sistema de controlar la calidad, tiene varios inconvenientes: el primero, es tener que estar reprocesando una gran cantidad de artículos defectuosos, el segundo, es el tener que tirar piezas ya producidas, el tercero es que a pesar de la inspección por muy rigurosa que sea, llega a permitir que productos en mal estado lleguen a las manos del consumidor final debido a que la inspección final de manera visual no es confiable y por último no por esto menos grave, el incrementar de forma alarmante al añadir operaciones que no agregan valor al producto. En todos estos casos la probabilidad de incurrir en costos de calidad y de imagen ante el cliente es muy alta.(Campanella, 2002)

Para eliminar pérdidas económicas que generaban los desperdicios y buscando mejorar la calidad de los productos y servicios han surgido una serie de nuevas ideas y metodologías.(Ishikawa, 1985).

Durante la Segunda Guerra Mundial Walter Shewhart y Dodge Roming en la Western Eléctric de la Bell Telephone desarrollaron el Control Estadístico de Procesos (CEP), enfocado al control de los procesos por medio de la aplicación de métodos estadísticos para la reducción de la variación y en los niveles de inspección.

En la década de los cincuenta surge el Aseguramiento de la calidad, en el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América y Gran Bretaña,

aquí, se ve la necesidad de involucrar a todos los departamentos de la planta en el diseño, planeación y ejecución de políticas de calidad.

En la década de los noventa surge la Administración Estratégica por Calidad Total, con el enfoque al mercado y a la satisfacción de las necesidades del consumidor, reconociendo el efecto estratégico de la calidad en el proceso de competitividad.(Ishikawa, 1985).

Se introdujo Seis Sigma por primera vez en 1987, en Motorola, por un equipo de directivos encabezado por el presidente de la compañía Bob Gálvin, con la intención de reducir los defectos de productos electrónicos. Además de Motorola, dos organizaciones más que contribuyeron a consolidar la estrategia Seis Sigma y sus herramientas son AlliedSignal, que inició su programa en 1994, y General Electric (GE), que empezó en 1995. Un factor decisivo de su éxito fue que sus presidentes, Larry Bossidy y Jack Welch, respectivamente, encabezaron de manera entusiasta y firme el programa en sus empresas. En Latinoamérica, Mabe es una de las organizaciones que ha logrado conformar uno de los programas Seis Sigma más exitoso.(Gutiérrez Pulido H. , 2010, pág. 280)

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA GAMA EDITORES

1.2.2 RESEÑA HISTÓRICA

La empresa Gama Editores Reyes Medina, es una Compañía Limitada que actualmente se encuentra registrada conforme a la Constitución Política del Ecuador y la Ley de Compañías en La Superintendencia de Compañías del Distrito Metropolitano de Quito; así también su personería jurídica se encuentra legalizada en el Registro Mercantil de este Cantón. A fin de garantizar la buena prestación de servicios al cliente y la seguridad de las personas quienes laboran en esta Compañía, la empresa cuenta con los permisos de las respectivas instituciones para el correcto desarrollo de la organización.(Gama Editores, 2012)

El inicio de esta organización se da el 25 de enero de 1994 con el aporte de capitales de dos amigos para emprender una actividad caracterizada por tercerizar todos sus trabajos de imprenta.(Gama Editores, 2012)

Al pasar los años surgió la necesidad de empezar a adquirir maquinaria para transformarse en una empresa productora y comercializadora de artículos publicitarios teniendo como su principal producto las agendas ejecutivas, todas estas actividades se las desempeñaba como personas naturales.(Gama Editores, 2012)

Todos estos trámites legales se los hacía en forma empírica sin ningún estudio técnico, basada únicamente en la experiencia y motivación de las personas que formaban parte de ésta.(Gama Editores, 2012)

1.2.3 UBICACIÓN

La empresa se encuentra localizada actualmente en el Norte de Quito, en el Sector de San Carlos en la calle S/N y Legarda:(Gama Editores, 2012)

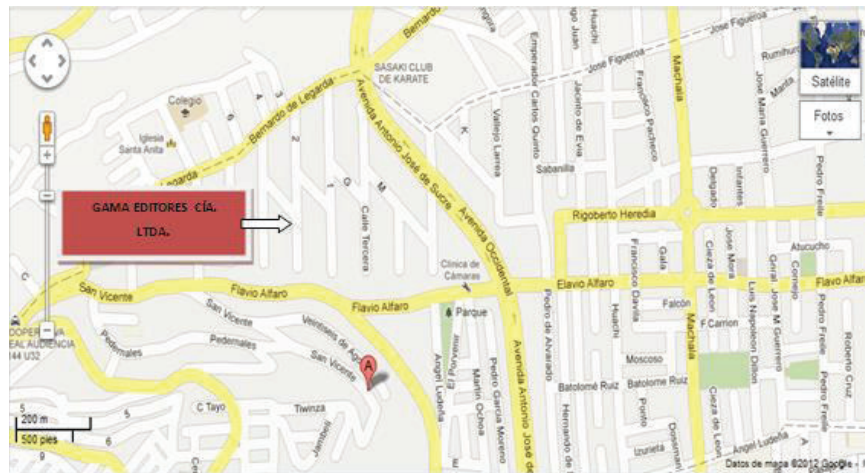


Figura 1–Ubicación de Gama Editores Cia. Ltda.

1.2.4 LA CADENA DE PRODUCCIÓN

El Código CIIU es la Clasificación Industrial Internacional Uniforme que tiene como propósito agrupar todas las actividades económicas similares por categorías; permitiendo a los empresarios o desarrolladores de proyectos

acercarse más hacia la actividad en desarrollo o en prospecto.(Gama Editores, 2012)

Para Gama Editores se encuentra clasificado de la siguiente manera:

Tabla 1– Clasificación ampliada de actividades económicas

CÓDIGO		DEFINICIÓN	
D	222	ACTIVIDADES DE IMPRESION Y ACTIVIDADES DE TIPO SERVICIO CONEXAS.	SECTOR ECONÓMICO
D	2221	ACTIVIDADES DE IMPRESIÓN.	GRUPO
D	2221.0	ACTIVIDADES DE IMPRESIÓN.	SUBGRUPO
D	2221.03	IMPRESIÓN DE LIBROS, AGENDAS, IMPRESOS COMERCIALES PARA PAPELERÍAS.	ACTIVIDAD ECONÓMICA

Fuente: http://www.minproteccionsocial.gov.co/ruaf/archivos/ruaf_activecon.pdf

Elaborado por: Autor

El CIU permite a la empresa Gama Editores conocer la ubicación de la misma de acuerdo a la actividad económica que realiza. El proceso de producción de agendas, está definido en doce fases que se describen a continuación.



Figura 2–Descripción del proceso de producción
Fuente: Gama Editores

1.2.5 TECNOLOGÍA

La repercusión de la tecnología se manifiesta en el desarrollo de productos, maquinarias, herramientas, materiales y servicios. Algunos beneficios de la tecnología son: mayor productividad, estándares más altos de vida, más tiempo de descanso y una mayor variedad de productos.(Gama Editores, 2012)

La empresa en los últimos años ha realizado adquisiciones de maquinaria de alta tecnología para mejorar tanto en agilidad como en calidad de producción ya que en los actuales momentos existe un mundo muy competitivo en el cual se debe aprovechar la tecnología existente.(Gama Editores, 2012)

Tabla 2–Maquinaria

CANTIDAD	TIPO, CARACTERISTICAS, HP, MARCA
1	PRENSA MONOCOLOR HEIDELBERG 6HP.
1	PRENSA BICOLOR HEIDELBERG 8HP
1	GUILLOTINA POLAR 115 6HP
1	DOBLADORA MBO 4HP
1	TROQUELADORA 4HP
1	SELLADORA ALTA FRECUENCIA 6HP SELLCELLADO
1	SELLADORA ALTA FRECUENCIA 2,5HP SELLCELLADO
4	MAQUINAS DE COSER SUNESTAR 0,5HP INDUSTRIAL

Fuente:GAMA EDITORES, Departamento de Producción



Figura 3–M.O.Bicolor. Prensa Offset, imprime 9000 pliegos por hora, dos colores a la vez

Fuente: Gama Editores, Departamento de Producción



Figura 4–DobladoradepapelMBO.de papel

Fuente: Gama Editores, Departamento de Producción

DobladoraMBO.de papel. Pliego papel, su formato es de 64 * 45 con una capacidad de 6 dobles a una velocidad de 6.000 pliegos por hora.



Figura 5–Alta frecuencia

Fuente: Gama Editores, Departamento de Producción

Alta frecuencia. Sella plástico en un tiempo de 3 segundos con una producción de 120 ejemplares por hora (según el tipo de trabajo).



Figura 6–M.O. Guillotina polar 115 6HP

Fuente: Gama Editores, Departamento de Producción

1.2.6 PROVEEDORES.

Quienes proporcionan material, equipos, servicios a Gama Editores están las siguientes empresas:

Tabla 3–Proveedores Gama Editores

PROVEEDORES	PROD/SER.	CIUDAD	TELF.	CONTACTO	OBSERVAC.
HEIDELBERG	MAQUINARIA	QUITO	433546	LUIS LÓPEZ	CRÉDITO
PROPANDINA	PAPEL	QUITO	255546	CARLOS ARO	5% DCTO.
ECUAROLLERS	RODILLOS	QUITO	276545	JAIME VACA	CONTADO
COM.STIMGRAF	INS.GRÁFICOS	QUITO	354455	LORENA PAZ	CRÉDITO
POSIT&NEGAT.	PLACAS	QUITO	254367	RENÉ MENA	CRÉDITO
DILIPA	PAPEL	QUITO	256779	JORGE TORO	CONTADO
CAST. HNOS.	HERRAMIEN.	QUITO	356774	MARIO ARCE	5% DCTO.

Fuente: Gama Editores

Elaborado por: Autor

1.2.7 CANALES DE DISTRIBUCIÓN.

Gama Editores llega a sus clientes por medio de distribuidores mayoristas como: Paco, Juan Marcet, los mismos que distribuyen a papelerías; así también la empresa se encarga de la distribución directa a papelerías o al consumidor final dependiendo el caso.

1.2.8 COMPETENCIA.

Todas las organizaciones, hasta los monopolios, tienen uno o más competidores. Ningún gerente puede darse el lujo de ignorar a la competencia. Cuando lo hacen, pagan un precio muy alto.

Tabla 4–Competencia

COMPETENCIA DIRECTA	COMPETENCIA INDIRECTA
<ul style="list-style-type: none"> • EDITORIAL ECUANOVA. • DISCANCORP. • IMPORTADORA NUÑEZ SÁNCHEZ. • REXPLÁSTICS. • LA CONDAMINE. 	<ul style="list-style-type: none"> • DISTRIBUIDORES DE AGENDAS ELECTRÓNICAS. • DISTRIBUIDORES DE CELULARES CON ALTA TECNOLOGÍA. • COMPUTADORAS PERSONALES.

Fuente: Gama Editores

Elaborado por: Autor

1.2.9 GAMA EDITORES EN RELACIÓN A LA COMPETENCIA:

Siendo productores, la empresa mantiene productos en base a las necesidades de los clientes, llegando a todo los niveles, se ha mantenido gracias a la innovación constante de los mismos.

1.2.9.1 Ecuanova:

Se encuentra en el mercado alrededor de unos treinta años, sus productos tienen detalles más finos y complejos que los de Gama Editores manteniendo precios más altos, por lo que pueden ingresar a empresas de nivel medio alto.

1.2.9.2 Discancorp:

Es una empresa guayaquileña con muchos años en la distribución de agendas, sus productos son de combate lo que le permite llegar a todo tipo de mercado por sus precios bajos.

1.2.9.3 Importadora Núñez Sánchez:

Se dedica a la importación de productos de Panamá, disponiendo de gran variedad en esta línea lo cual le permite competir en todos los aspectos con precio y calidad.

1.2.9.4 Rexplastics:

Tiene una trayectoria muy extensa, posee distribuidores a nivel nacional.

1.2.9.5 La Condamine:

Realizan agendas estudiantiles lo cual compiten en un mínimo porcentaje con nuestros productos.

1.2.9.6 Participación en el mercado.

Gama Editores, tiene varios competidores ya que los productos que produce y comercializa son de diferentes presentaciones, gran cantidad de estos son importados y comercializados por empresas nacionales e internacionales lo cual hace que la presencia de los productos de la empresa en el mercado nacional sea realmente un reto constante sin descuidar en ningún momento de la competencia.

Existen empresas que compiten en forma directa y otras en forma indirecta a continuación se realizará un detalle de las mismas.

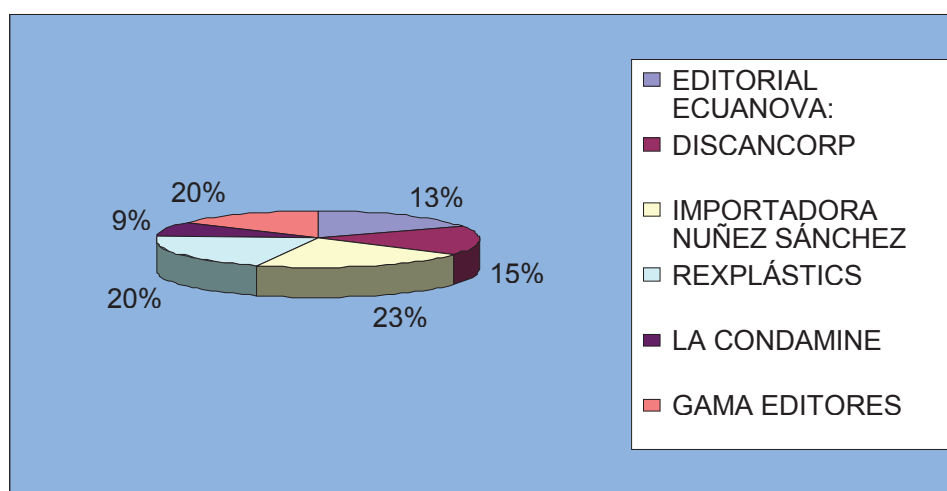


Figura 7–Figura participación en el mercado
Fuente: Gama Editores

1.2.10 PRODUCTOS SUSTITUTOS.

Los sectores que ofrecen los productos sustitutos, si bien no son un competidor directo del sector productivo, bajo ciertas circunstancias pueden provocar que el cliente deje de consumir los productos que ofrece, este sector productivo, en el mercado y comience a consumir los productos sustitutos.

Los productos sustitutos son aquellos que el cliente puede consumir, como alternativa, cuando cualquier sector baja la calidad de sus productos por debajo de un límite por el cual el cliente está dispuesto a pagar o sube el precio por arriba de este límite.



Figura 8–Productos sustitutos
Fuente: Imágenes Google

1.2.11 PRODUCTOS Y/O SERVICIOS.

Actualmente la empresa Gama Editores dispone de los siguientes productos y servicios:

Tabla 5– Productos y servicios de Gama Editores

PRODUCTOS Y SERVICIOS.	DESCRIPCIÓN.
- Agendas.	Agenda empresarial. Agenda ejecutiva. Agenda ejecutiva con broche. Agenda ejecutiva permanente normal. Agenda ejecutiva permanente mediana. Agenda práctica de bolsillo. Mini agenda permanente.

Registros de calificaciones y asistencia. Cuadernos empastados. Papelería. Directorios telefónicos. Servicios:	Agenda estudiantil. Impresión y guillotina. Impresión de logotipos en pan de oro. Impresión de logotipos en seco o alto relieve. Impresión de nombres en pan de oro.
--	--

Fuente: Gama Editores

1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La empresa Gama Editores Reyes Medina, es una Compañía Limitada que actualmente se encuentra registrada conforme la Constitución Política del Ecuador y la Ley de Compañías en La Superintendencia de Compañías del Distrito Metropolitano de Quito; así también su personería jurídica se encuentra legalizada en el Registro Mercantil de este Cantón. A fin de garantizar la buena prestación de servicios al cliente y la seguridad de las personas quienes laboran en esta Compañía, la empresa cuenta con los permisos de las respectivas instituciones para el correcto desarrollo de la organización.

En mayo del 2002 se reúnen los socios y ven la necesidad de transformarle a la organización en sociedad de hecho elevándola a escritura pública para que la empresa empiece a estructurarse de mejor manera, logrando dicho propósito el 8 de agosto del 2002.

Debido a la aceptación del mercado y gracias al empuje y dedicación de los socios Gama Editores ha ido creciendo en el transcurso de los años, al momento ocupa buena parte del mercado nacional, en las ciudades de: Quito, Esmeraldas, Guayaquil, Cuenca, entre otras, entre los principales clientes están: Paco, Juan Marcet, Dilipa, Librería Española.

El ingreso constante de la competencia, ha hecho que los precios bajos, la calidad, variedad e innovación constante haga de Gama Editores una necesidad competitiva para la empresa.

Se realizó una investigación exploratoria, el Gerente de Gama Editores proporcionó datos históricos del año 2010-2014, donde se evidencia un alto porcentaje de falencias en el área de producción identificando un alto porcentaje de artículos defectuosos y desperdicios que causa pérdida a la empresa, como consta en la siguiente Tabla 6.

Tabla 6–Producción promedio con artículos defectuosos y desperdicios de la empresa Gama Editores.

NOMBRE DEL PRODUCTO	2010				2011			
	PRODUCCIÓN PLANIFICADA	DESPERDICIOS	PRODUCTOS DEFECTUOSOS	PRODUCCIÓN OBTENIDA	PRODUCCIÓN PLANIFICADA	DESPERDICIOS	PRODUCTOS DEFECTUOSOS	PRODUCCIÓN OBTENIDA
AGENDA EMPRESARIAL	10000	100	143	9757	8000	80	121	7799
AGENDA EJECUTIVA	15000	143	189	14668	13000	98	202	12700
AGENDA ECONÓMICA	10000	78	150	9772	13000	105	176	12719
AGENDA JUNIOR	5000	98	119	4783	4000	78	154	3768
AGENDA PRÁCTICA DE BOLSILLO	8000	212	143	7645	7000	123	139	6738
MINI AGENDA	5000	98	134	4768	4000	87	169	3744
DIRECTORIO EMPRESARIAL	1000	67	129	804	600	54	176	370
DIRECTORIO DE ESCRITORIO	2000	102	167	1731	2500	100	212	2188
DIRECTORIO DE BOLSILLO	2000	107	136	1757	2500	99	198	2203
CUADERNO ANILLADO 160 H.	2000	97	136	1767	3000	84	205	2711
CUADERNO ANILLADO 100 H.	2000	89	114	1797	3000	78	154	2768
	82000	1191	1580	59249	80800	986	1908	57708
TOTAL:	100%	1.320987	2.516129	95.58290	100%	1.827082	3.145214	95.2277

Fuente: Gama Editores Cis. Ltda.

1.4 OBJETIVOS.

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Reducir la variabilidad de los artículos defectuosos y desperdicios de la empresa Gama Editores Reyes Medina Cía. Ltda. utilizando la metodología de seis sigma, para el mejoramiento de la productividad.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.4.2.1 Realizar el análisis de los procesos actuales para la empresa Gama.
- 1.4.2.2 Realizar un estudio de la capacidad del proceso.
- 1.4.2.3 Diseñar cartas de control para el proceso.
- 1.4.2.4 Lograr mejoras estabilizando el proceso.
- 1.4.2.5 Estandarizar las mejoras para lograr un proceso con capacidad mayor a 1,33 (industrialmente capaz).

1.4.3 HIPÓTESIS

La aplicación de la metodología de seis sigma a la empresa Gama Cia. Ltda., permitirá mejorar procesos, la disminución de los artículos defectuosos y desperdicios.

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Considerando que Gama Editores, está afectado por procesos y procedimientos empíricos, no tienen ningún control, la presente investigación pretende evaluar las variables de defectos y desperdicios en la producción de agendas, artículos publicitarios y material escolar.

Seis Sigma aborda aspectos importantes en su desarrollo, en base a herramientas de la calidad y utilizando estadística para la caracterización y estudio del proceso. Los resultados para Motorola hoy en día son los siguientes: Incremento de la productividad de un 12,3 % anual; reducción de los costos de no calidad por encima de un 84,0 %; eliminación del 99,7 % de los defectos en sus procesos; ahorros en costos de manufactura sobre los 10 000 millones de dólares y un crecimiento anual del 17,0 % compuesto sobre ganancias, ingresos y valor de sus acciones.

El costo en entrenamiento de una persona en Seis Sigma se compensa ampliamente con los beneficios obtenidos a futuro. Motorola asegura haber ahorrado 17 000 millones de dólares desde su implementación, por lo que muchas otras empresas han decidido adoptar este método.

En nuestro país la aplicación de la metodología seis sigma fueron aplicadas a la empresa Pronaca y a Telefónica (Moviestar), siendo una herramienta que les ayudo a mejorar sus procesos y procedimientos(Wikipedia, 2012). Otro aspecto importante a mencionar en el Ecuador, Aglomerados Cotopaxi tuvo un incremento de \$ 1.100.000 en el lucro líquido de la empresa. En la empresa GAMA EDITORES S.A., se apunta a mejorar los índices de productividad y disminuir los defectos y desperdicios de la empresa. Si bien se tiene experiencia en la materia de gestión de operaciones y calidad a través de la aplicación de casos empresariales recibidos en la Maestría en Gerencia Empresarial, la cual ha brindado herramientas para el presente caso de estudio, razón por la cual considero viable aplicar el caso de estudio.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES SEIS SIGMA

2.1.1 HISTORIA DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA

Motorola inició la implementación del programa Seis Sigma en 1986 y perfeccionó algunas de las técnicas. Algunas compañías, como Texas Instruments y Asea Brown Boveri, acogieron más tarde el programa, pero éste realmente adquirió prominencia con la utilización que de él hicieron AlliedSignal y General Electric a mediados de los años 90 (Wheat, 2003).

De acuerdo a (Wheat, 2003), el Ingeniero Mikel Harry motivado por el estudio de la variación de los procesos de Deming, llamó la atención del entonces COE (en inglés ChiefExecutive Office) de Motorola Bob Galvin, con el propósito de reducir los defectos de los productos electrónicos. La novedosa iniciativa la tomó AlliedSignal e inició el programa en 1994, de la mano de Larry Bossid; así mismo General Eléctric (GE) lo hizo en 1995 con Jack Welch. En Latinoamérica la compañía Mabe implantó la metodología con éxito. Los resultados que alcanzaron fueron:

Motorola logró 1.000 millones de dólares de ahorros en tres años y ganó el premio a la calidad Malcolm Braldrige en 1998.(Wheat, 2003).

AlliedSignal consiguió ahorros de 2.000 millones de dólares entre 1994 y 1999. (Gutiérrez Pulido D. I., 2005).

2.1.1 DEFINICIONES DE SEIS SIGMA

Seis Sigma es un método y una estrategia para mejorar, investigando y eliminando las causas de los errores y defectos de los procesos del negocio enfocándose en las características críticas para el cliente. Seis Sigma también se enfoca en la mejora de la productividad, el rendimiento y la reducción de tiempos del ciclo de los procesos. (Ronald, 2004)

Seis Sigma es una iniciativa liderada por la alta dirección que implementa proyectos y su objetivo es mejorar radicalmente el desempeño de los procesos

empresariales, siendo su enfoque reducir la variación de parámetros para la satisfacción de los clientes; Seis Sigma es una evolución del TQM/TQC.

(Finn & Ritter, 2011), Seis Sigma es un concepto estadístico que representa la cantidad de variación presente en un proceso. Cuando un proceso opera en el nivel Seis Sigma, la variación es muy pequeña teniendo productos y servicios libres de defectos en un 99.9997%, Seis Sigma es simbolizado de varias formas: 6σ , 6 sigma o 6s.

Seis Sigma tiene tres áreas prioritarias de acción: satisfacción del cliente, reducción de tiempo de ciclo y disminución de los defectos. El fin de tener procesos que generen como máximo 3,4 DPMO. Esta meta se alcanza con un programa vigoroso de mejora, diseñado e impulsado por la alta dirección de una organización, donde se desarrollan proyectos 6s a lo largo y ancho de la organización con el objetivo de mejorar, eliminar los defectos y retrasos de productos, procesos y transacciones. La metodología en la que se apoya Seis Sigma está definida y fundamentada en las herramientas y el pensamiento estadístico. Los principales principios son:

- Orientación al cliente y enfoque en los procesos
- Dirección en base a datos y pensamiento estadístico.
- Sustento en una metodología robusta.
- Capacitación y entrenamiento para todos.
- Iniciativa con horizonte de varios años que integra a otras iniciativas estratégicas.

(Gutiérrez Pulido D. I., 2005).

Seis Sigma es un estricto proceso analítico para resolver problemas porque no solo utiliza la experiencia adquirida sino que también utiliza herramientas de estadística para tomar decisiones correctas y efectivas

Antes los problemas eran solucionados solo con la experiencia adquirida del trabajo en sí.

Con la implementación de Seis Sigma, todos los datos de los problemas aparecidos son capturados y a través de pruebas se realiza el análisis

estadístico de las causas que originan dichos problemas, como se indica en la siguiente figura:

Seis Sigma es un estricto proceso analítico para resolver problemas

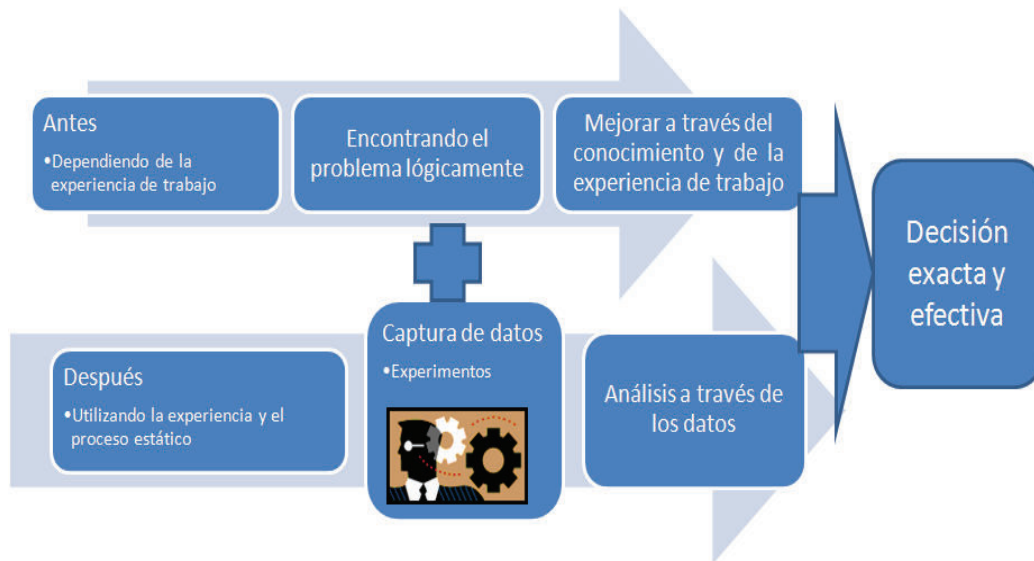


Figura 9–Metodología Seis Sigma
Elaborado por: Autor

Fuente: (Gutiérrez Pulido D. I., 2005).

2.1.2 SIGNIFICADO ESTADÍSTICO DE SEIS SIGMA.

La población es la cantidad total de observaciones y el parámetro es la característica numérica de la población. La muestra es una cantidad seleccionada entre las observaciones y la estadística es la característica numérica de la muestra. (Gutiérrez Pulido H. , 2010)

Si queremos saber el promedio y la desviación estándar, es decir el carácter de una población debemos hacer el estudio de toda la población para poder hacer la estimación correcta y adecuada.(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

Pero si estudiamos a toda la población nos tardaríamos un buen tiempo y eso representaría mucho costo, por eso es conveniente tomar muestras que

representan de toda la población para poder hacer la estimación estadística utiliza la muestra para deducir a toda la población.(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

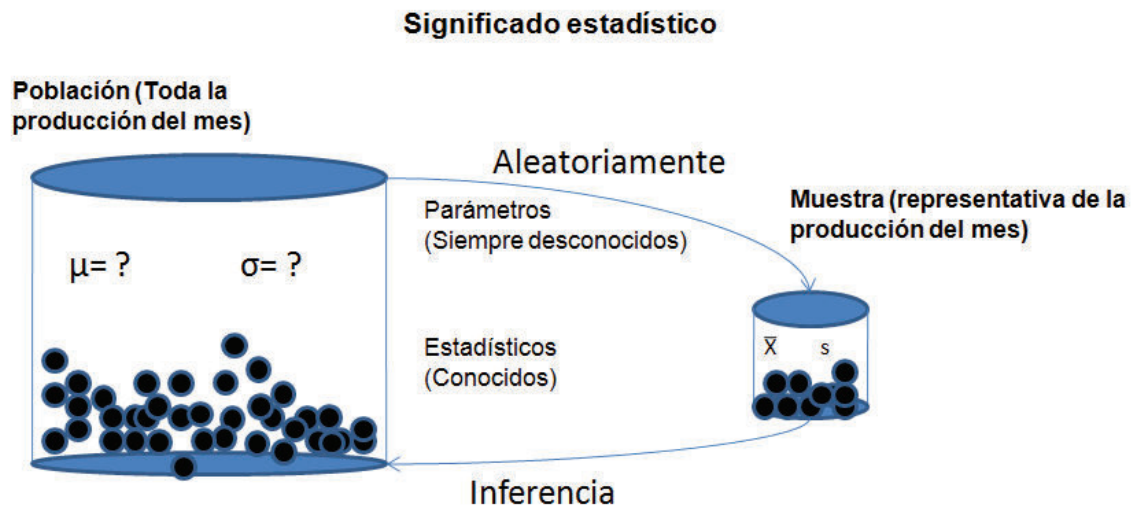


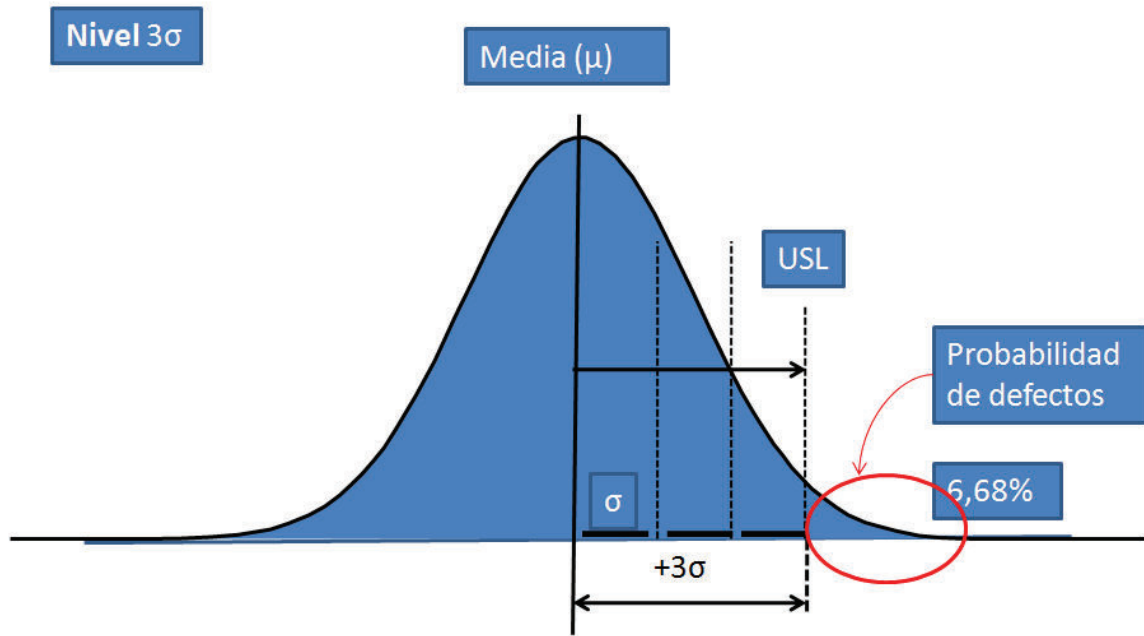
Figura 10–Relación entre población-muestra, parámetros y estadísticos
Fuente:Control estadístico de calidad y Seis Sigma (Gutiérrez H. & De La Vara, 2009, pág. 64)

Elaborado por:Autor

La capacidad del proceso representa la cantidad de desviaciones estándares que existen desde la media hasta el límite superior de la especificación y desde la media hasta el límite inferior de la especificación.(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

En este caso el nivel 3 sigmas se refieren a que existen 3 desviaciones estándares hasta el límite superior de la especificación y desde la media hasta el límite inferior de la especificación.(Gutiérrez Pulido H. , 2010).

Si juntamos la probabilidad de defectos de ambos lados podemos decir que la probabilidad de defectos es de 6.7% que equivalen a 67.000 ppm.(Gutiérrez Pulido H. , 2010)



Nivel S (Nivel Z)

Índice estadístico que nos dice cuánto está apartado el límite de la media o del objeto

Figura 11–Nivel 3 sigma
Fuete:(Gutiérrez Pulido H. , 2010, pág 287)

Elaborado por: Autor

La capacidad del proceso 6 sigma al igual que la capacidad del proceso 3 sigma, también se puede representar por Z, la diferencia con el nivel 3 sigma es que la probabilidad de defectos juntando ambos lados es de 3.4 ppm.(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

El nivel seis sigma solo permite tener 3.4 defectos por un millón de productos buenos; por consiguiente se puede ver que en cuanto más alto sea la capacidad del proceso se tienen menos defectos.(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

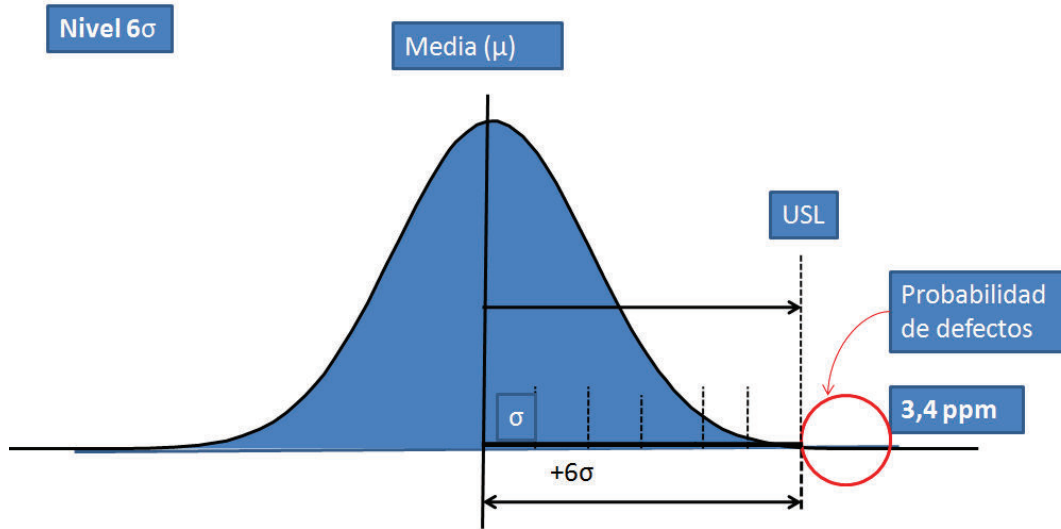


Figura 12–Nivel 6 sigma
Fuete:(Gutiérrez Pulido H. , 2010, pág 287)

Elaborado por: Autor

Según la tabla de valores de Z en relación a ppm. Cuando el nivel Z es 2 la cantidad de defectos es de 308.537 ppm. Y cuando el nivel Z es 6 se tiene solo 3.4 ppm:(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

Tabla 7–Relación entre el nivel Z y ppm.(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

Calidad de corto plazo (suponiendo un proceso centrado)				Calidad de largo plazo con un movimiento de 1,5 σ		
Índice Cp	Calidad en Sigmas	% de la curva dentro de especificaciones	PPM fuera de especificaciones	Índice Z_L	% de la curva dentro de especificaciones	PPM fuera de especificaciones
0,33	1	68,27	317300	-0,5	30,23	697700
0,67	2	95,45	45500	0,5	69,13	308700
1,00	3	99,73	2700	1,5	93,32	66807
1,33	4	99,9937	63	2,5	99,379	6210
1,67	5	99,999943	0,57	3,5	99,9767	233
2,00	6	99,9999998	0,002	4,5	99,99966	3,4

Elaborado por: Autor

Fuente:(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

Relativamente en cuanto más alto sea el nivel Z, la cantidad de defectos se van reduciendo. Actualmente estamos entre los niveles de 3 y 4 sigma, que

representan como el 99% de nivel de calidad aceptable.(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

2.1.3 FILOSOFÍA Y APLICACIÓN DE SEIS SIGMA.

Según (Gutiérrez Pulido H. , 2010), la implementación de Seis Sigma requiere que la organización cambie de las declaraciones a las acciones, de los eslóganes a los datos, de las opiniones a la experimentación y el control. La estrategia de Seis Sigma establece los indicadores del programa, los planes de acción y los métodos de mejoramientos, así mismo señala la necesidad de mediciones confiables en los siguientes aspectos:

- Satisfacción del cliente
- Recursos humanos
- Calidad

Seis Sigma se aplica para la optimización de todas las áreas del negocio utilizando las herramientas de estadística adecuadas, analiza todos los factores potenciales que originan el problema, buscando los focos vitales para la reducción de defectos, el incremento del rendimiento y la satisfacción del cliente.(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

Tabla 8–La filosofía 6σ.

La empresa Tres Sigma	La empresa Seis Sigma
<ul style="list-style-type: none"> • Gasta de 15 a 25% de sus ingresos por ventas, en costos de fallas (costos de no calidad) • Produce 66 807 defectos por cada millón de oportunidades • Confía en sus métodos de inspección para localizar defectos • Considera que la mejor calidad (calidad de clase mundial es muy cara) • No tiene un sistema disciplinado para coleccionar y analizar datos; y para 	<ul style="list-style-type: none"> • Gasta solo el 5% de sus ingresos por ventas, en costos de fallas (costos de no calidad) • Produce 3,4 defectos por cada millón de oportunidades • Confía en procesos eficaces que no generan fallas • Reconoce que el productor de alta calidad sigue siendo el productor de costos bajos • Utiliza la metodología DMAMC para ejecutar los proyectos de mejora

<p>actuar en consecuencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Considera que 99% es suficientemente bueno • Define internamente las variables críticas para la calidad (VCC) 	<ul style="list-style-type: none"> • Establece su propia referencia frente al mejor a nivel mundial • Considera que 99% no es aceptable • Define sus críticos para la calidad • Define las variables críticas para la calidad (VCC) de manera externa, escuchando la voz del cliente
---	--

Fuente:(Gutiérrez Pulido H. , 2010, pág. 289)

Elaborado por: Autor

2.1.4 OBJETIVOS DE SEIS SIGMA

Seis Sigma resuelve los problemas del negocio (no los problemas de calidad), es decir promueve la rentabilidad y el crecimiento. Los requerimientos del mercado se reflejan en programas diseñados para transformar a la empresa a una organización enfocada a obtener beneficios.

Seis Sigma reduce la variación, mejora la calidad de los productos, reduce los tiempos los beneficios son:

- Mejora significativamente el desempeño de los procesos.
- Mejora la línea base
- Alinea los esfuerzos de los colaboradores a objetivos de la organización
- Genera ciclos de mejora sistemáticos para resolver problemas y mantener los resultados en el tiempo
- Administra proyecto de alto impacto para la organización
- Promueve el desarrollo de competencias de los colaboradores
- Enfatiza la medición y los resultados
- Promueve el uso de análisis estadístico
- Desarrolla productos focalizados
- Mejora la participación de mercado
- Mejora la retención de clientes

2.1.5 GESTIÓN DE LA CALIDAD TOTAL Y SEIS SIGMA

Un análisis de la Gestión de la Calidad Total y Seis Sigma lo hacen (Mendoza & Mendoza, 2005), pág. 5):

Como puede verse, Seis Sigma es una técnica que involucra el plano estratégico; además, con Seis Sigma se busca darle competitividad a la compañía mediante la creación de valor y reducción de los costos. En cambio, en la calidad total se acentuaba la importancia de la solución de problemas puntuales con una orientación táctica. De la misma manera, la gestión de calidad total insistía bastante en el desarrollo de una cultura a través de la comunicación (pregonar la calidad) y la capacitación, mientras que Seis Sigma coloca el puntero en la medición, la ejecución y el seguimiento.

La gestión de la calidad total se basa bastante en la intuición y la experiencia de los trabajadores, utilizando matemática básica y tanteo por prueba y error, de manera espontánea; por el contrario, Seis Sigma se aplica al uso extensivo del método científico, como dice (Eckes, 2006), Seis Sigma se caracteriza por basarse en datos y hechos. No obstante, entre estas dos herramientas existen elementos comunes como son:

- a. Orientación al cliente
- b. Uso del mejoramiento
- c. Cambio organizacional
- d. Disminución de defectos
- e. Aplicación del proceso de solución del problema

Tabla 9–Comparación entre gestión de la calidad y Seis Sigma

Gestión de la calidad	<ul style="list-style-type: none">OperacionalSe trabaja en los problemas de un área específica , los proyectos se llevan a cabo en forma aisladaBastante declarativaHeurística, espontáneaEs simple, busca soluciones convencionalesNecesita un conocimiento común	Seis Sigma	<ul style="list-style-type: none">Estratégica y operacionalPoco transversal. Trabajan diversas áreas de la empresaOrientación a la acciónSistemáticaEs compleja, pretende una meta retadora pero viableExige un alto conocimiento. En su madurez emplea técnicas avanzadas en mediciones lógicas y estadísticas.
------------------------------	---	-------------------	---

Fuente: (Mendoza & Mendoza, 2005)

2.1.6 CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO.

El control estadístico del proceso según(Krajewski & Ritzman, 2000), pág. 246) “Es la aplicación de técnicas estadísticas para determinar si el resultado de un proceso concuerda con el diseño del producto o servicio correspondiente”. Si las variaciones presentan anomalías se usan las gráficas de control, éstas poseen un valor nominal que generalmente es el objetivo y los acotamientos de control llamados Límites Inferior y Superior Especificados (LIE y LSE).

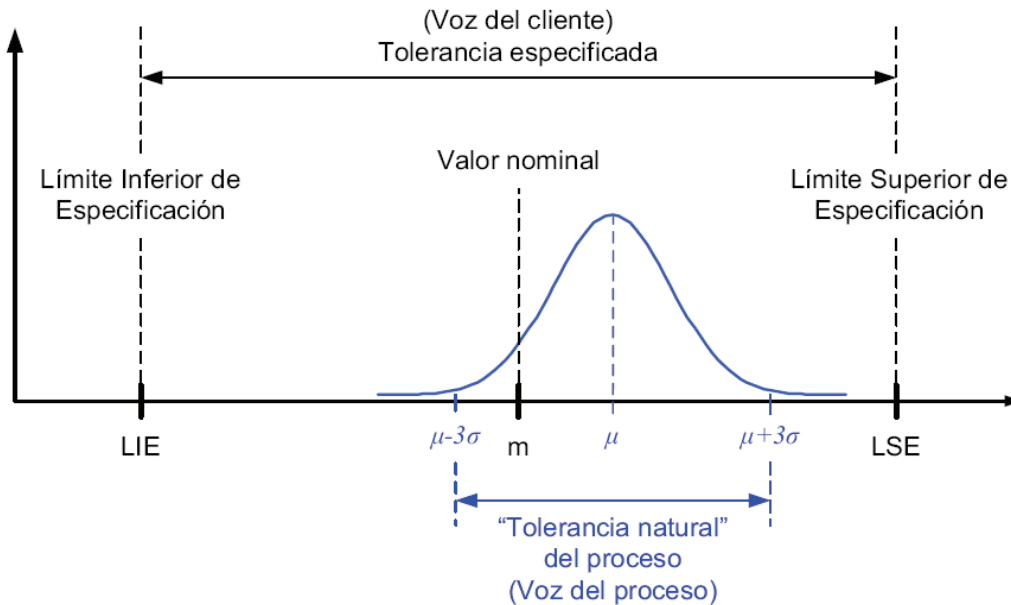


Figura 13 – Gráfica de control de los límites específicos y del proceso
Elaborado por: Autor

2.1.7 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL PROCESO

2.1.7.1 Razón de la capacidad del proceso

Un proceso es potencialmente capaz si tiene una distribución cuyos valores extremos se localizan dentro de las especificaciones superior e inferior. Es decir, la diferencia entre la especificación superior y la inferior (voz del cliente) como se muestra en la Figura 14, debe ser mayor que seis desviaciones estándar² (voz del proceso) (Gutiérrez Pulido & De la Vara, 2005). La razón de la capacidad del proceso (C_p) se define como:

$$C_p = \frac{\text{ToleranciaEspecificada}}{\text{ToleranciaNatural}} = \frac{LSE - LIE}{6\sigma}$$

El nivel sigma es: "la distancia (medida en unidades de desviación estándar) entre la media y los límites especificados". Como se muestra en la figura 19, se definen niveles 3σ y 4σ respectivamente por la distancia que existe entre la media y el límite de tolerancia. El índice C_p compara el ancho de las especificaciones o variación real del proceso.

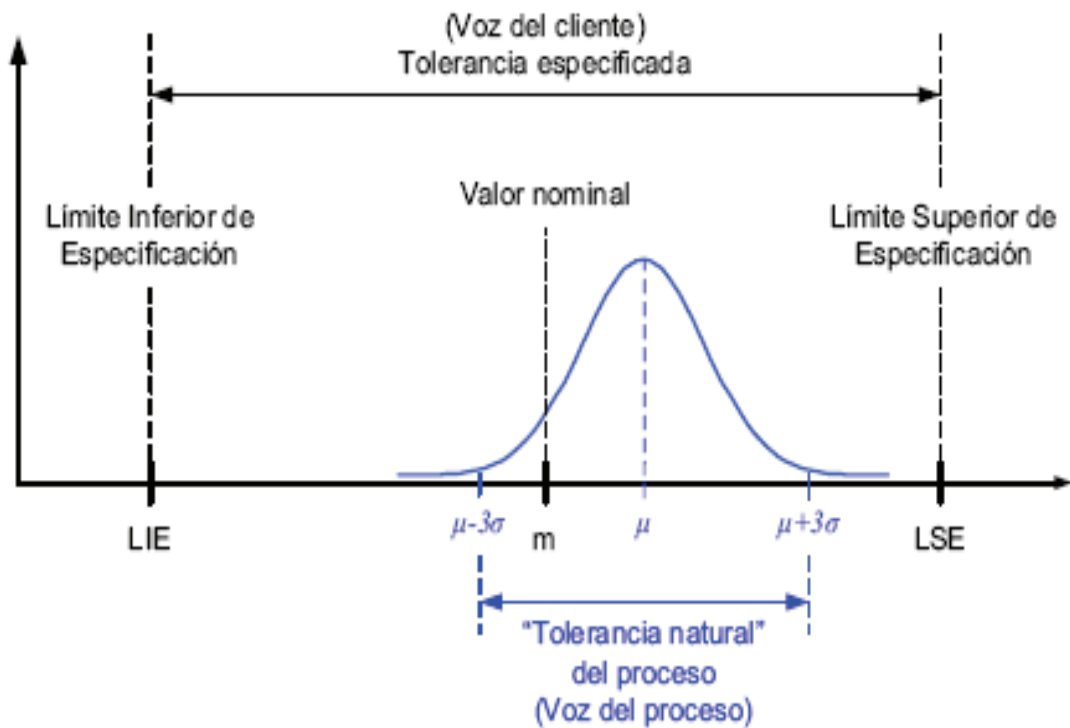


Figura 14–Gráfica de control de los límites específicos y del proceso

Decimos que 6σ (seis veces la desviación estándar) es la variación real, debido a las propiedades de la distribución normal, en las que afirma que entre $\mu \pm 3\sigma$ se encuentra 99,73% de los valores de una variable con distribución normal. (Gutiérrez Pulido H. , 2010).

2.1.7.2 Capacidad del proceso. (Gutiérrez Pulido H. , 2010)

La capacidad del proceso es la unidad que nos refleja el grado de uniformidad de producir productos.

Calculando C_p , C_{pk} sabemos que tan alejado se encuentra la medida del objetivo (T), así como la variación del proceso.

C_{pk} . considera el desplazamiento que ha tenido la media (x) donde el valor de k es la diferencia del objetivo de la media.

El análisis de la capacidad de un proceso de datos continuos se debe convertir de un problema práctico a un estadístico.

Capacidad del proceso

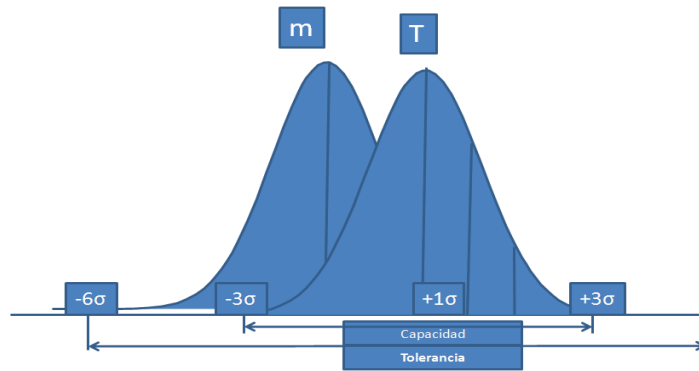


Figura 15–Medición de la capacidad del proceso

2.1.7.3 Índice de capacidad (Cp.)

Ésta es la anchura de la tolerancia en relación a la capacidad del proceso. Expresado como el mejor proceso a corto plazo. No toma en cuenta el desplazamiento de la media del proceso. (Gutiérrez Pulido H. , 2010)

$$C_p = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

2.1.7.4 Índice de capacidad real (Cpk).

Índice que considera el centro de proceso. Considera la variación de la muestra y la ubicación de la misma simultáneamente. Es decir mide el potencial del proceso para generar productos entre la media y los LIE – LSE. Se calcula de la siguiente manera: (Gutiérrez Pulido D. I., 2005).

Para el desplazamiento en dirección al límite superior, $C_{ps} = \frac{LSE - \mu}{3\sigma}$

Para desplazamiento en dirección al límite inferior, $C_{pi} = \frac{\mu - LSE}{3\sigma}$

El valor mínimo entre las dos razones, $C_{pk} = \text{Valor M\u00ednimo } C_{pi}, C_{ps}$

Si el \u00edndice C_{pk} . Es satisfactorio, indica que el proceso en realidad es capaz.

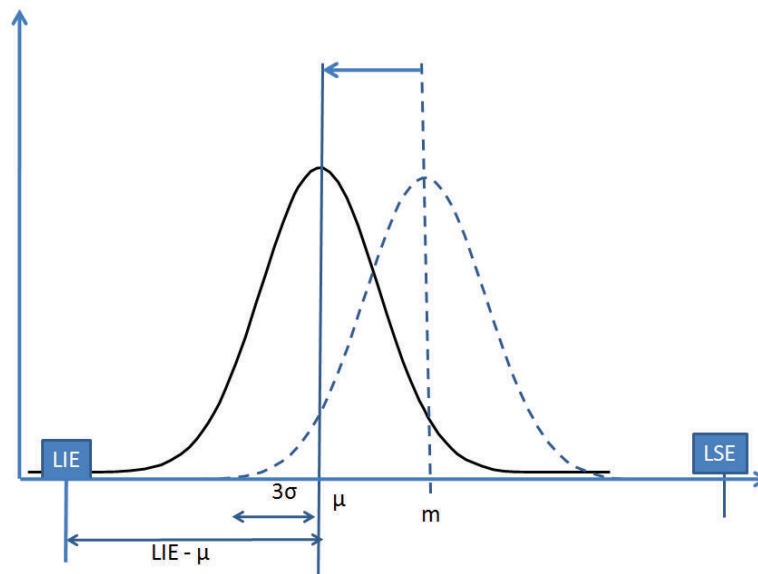


Figura 16-\u00cdndice de capacidad real
Elaborado por: Autor

Hay estudios que ponen de manifiesto que la media de un proceso puede desplazarse a trav\u00e9s del tiempo, por eso existir\u00e1 un desplazamiento de hasta $1,5 \sigma$ para acomodar desviaciones t\u00edpicas de la media del proceso, a lo largo del tiempo. Por lo que el \u00edndice C_{pk} . es determinado:

$$C_{pk} = \frac{6\sigma - 1,5\sigma}{3\sigma} = 1,5$$

$$C_{pk} = C_p \cdot (1 - K)$$

$$K = \frac{|T - \mu|}{LES - LEI}$$

2.1.7.5 Interpretaci\u00f3n del \u00edndice C_p .

Para que el proceso pueda considerarse potencialmente capaz de cumplir con las especificaciones, se requiere que la variaci\u00f3n real (natural) siempre sea

menor que la variación tolerada. De aquí que lo deseable es que el índice C_p sea mayor que 1, y si el valor del índice C_p es menor que 1, es una evidencia de que no cumple con especificaciones. Para una mayor precisión en la interpretación la tabla 2 presenta 5 categorías de procesos que dependen del valor del índice C_p suponiendo que el proceso está centrado. Ahí se ve que el C_p debe ser mayor que 1,33, si es que quiere tener un proceso bueno, pero debe ser mayor o igual que 2 si se quiere tener un proceso de clase mundial (calidad Seis Sigma). Además en la tabla 8 se ha traducido el valor del índice en porcentaje de artículos que no cumplirían especificaciones y en la cantidad de artículos o partes defectuosas por cada millón producida (partes por millón, ppm). (Gutiérrez Pulido H. , 2010)

Tabla 10–Valores del C_p y su interpretación

Valor del Índice C_p . (corto plazo)	Clase o Categoría del proceso	Decisión (si el proceso está centrado)
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma
$C_p > 1,33$	1	Adecuado
$1 < C_p < 1,33$	2	Parcialmente adecuado. Requiere de un control estricto
$0,67 < C_p < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Un análisis del proceso es necesario.
$C_p < 0,67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones serias

Fuente: Modificado (Gutiérrez Pulido, 2010, pág. 167)

Nota: Si el $C_{pk} < C_p$ entonces una vez que se centre el proceso se tendrá la clase de proceso que se indica.

2.1.7.6 Índice C_p . (Índice de Taguchi)

Los índices C_p y C_{pk} . Están pensados a partir de que lo importante para un proceso es reducir su variabilidad para cumplir con las especificaciones. Sin embargo, desde el punto de vista de G. Taguchi, cumplir con las especificaciones no es sinónimo de buena calidad y la reducción de la variabilidad debe darse pero en torno al valor real (calidad óptima). Es decir, la mejora de un proceso según Taguchi debe estar orientada a reducir su

variabilidad alrededor del valor real y no solo orientada a cumplir especificaciones. En consecuencia de lo anterior, Taguchi (1986) propone que la capacidad del proceso se mida con el índice C_{pm} , que está definido por:(Gutiérrez Pulido H. , 2010).

$$C_{pm} = \frac{LSE - LIE}{6T}$$

$$T = \sqrt{\sigma^2 + (\mu - N)^2}$$

Donde N es el valor nominal de la característica de calidad, y LEI y LES son las especificaciones inferior y superior. El valor de N generalmente es igual al punto medio de las especificaciones, es decir $N = 0,5(LIE + LES)$. Note que el Índice C_{pm} . Compara el ancho de las especificaciones con $6T$, pero T no solo toma en cuenta la variabilidad del proceso, a través de $(\mu - N)^2$. De esta forma, si el proceso está centrado, es decir, si $\mu = N$, entonces el C_p y el C_{pm} son iguales.(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

2.1.7.7 Ingeniería de calidad

La mentalidad tradicional para reducir costos y mejorar la calidad se basa en que no exista variación fuera de los límites de tolerancia (LIE, LSE) pero hay serios efectos colaterales negativos de esta mentalidad llamada travesaño de portería, porque se contrae el virus de la reactividad y se mejora hasta cierto punto. Para no desaprovechar las verdaderas oportunidades de reducción al costo, Dr. Genichi Taguchi desarrolló la función de la pérdida de calidad; todo proceso generará pérdidas si existe algún desvío alrededor del valor ideal, aún dentro de la tolerancia; es decir, cuanto mayor es el desvío, mayor será la pérdida como se muestra en la Figura 17.(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

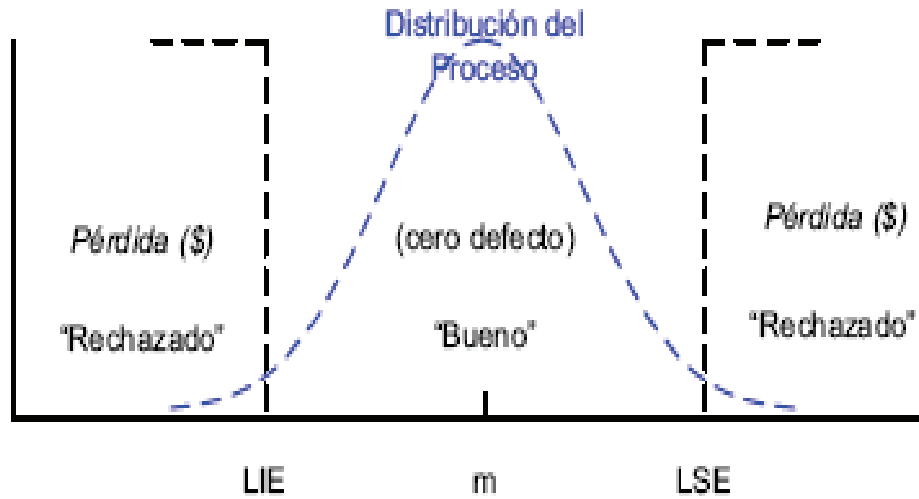


Figura 17–Enfoque del travesaño de portería

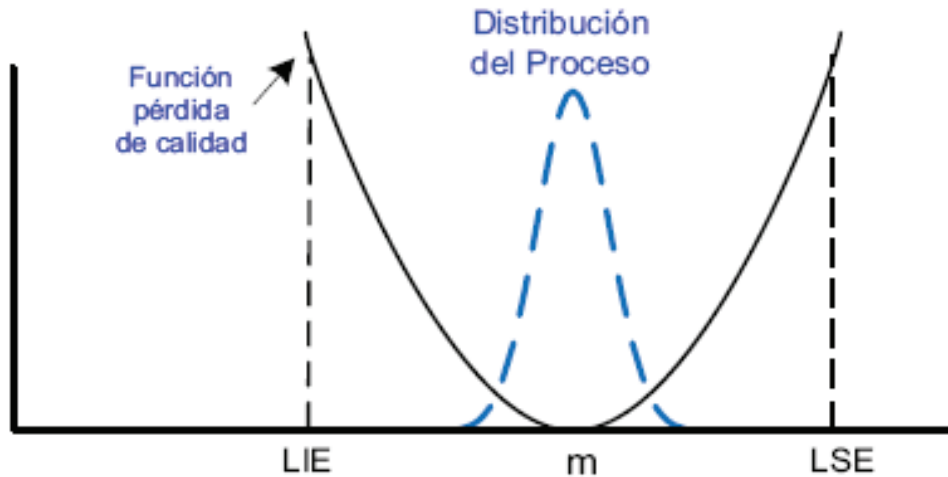


Figura 18–Función de pérdida de la calidad

2.1.8 PRUEBAS DE HIPÓTESIS

Las pruebas de hipótesis conducen a establecer que la información sobre las decisiones de las poblaciones esté basada en resultados estadísticos.

Se utilizan muestras para estimar los parámetros de la población. Existe la oportunidad en la que se puede tomar una decisión inadecuada, por lo tanto se debe tener cuidado al seleccionar las muestras. A continuación se muestra los tipos de pruebas de hipótesis para datos discretos y continuos:

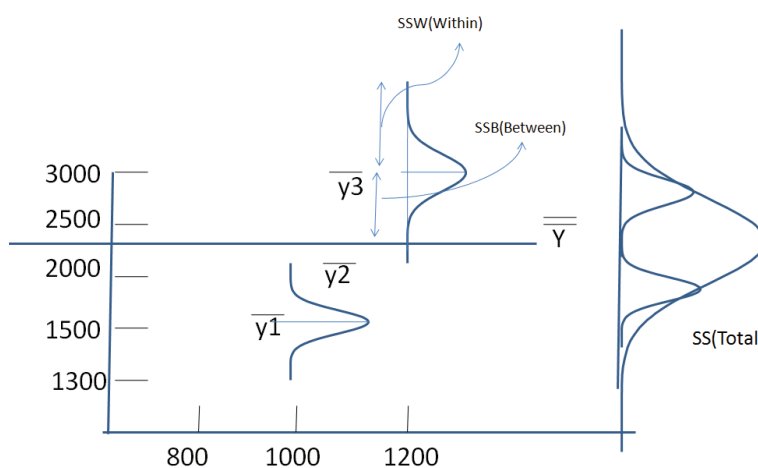
Tabla 11–Prueba de hipótesis

Datos continuos	Datos discretos
t – Test (compara medidas de 2 o menos poblaciones)	Chi-Cuadrada (compara cantidad y frecuencias)
ANOVA (Compara medidas de 2 o más poblaciones) • Antes de t- Test/ANOVA, confirmar igualdad de varianzas usando F-test	
F –Test (compara variación de 2 o más poblaciones)	

Fuente:(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

2.1.9 ANOVA

ANOVA se utiliza para determinar si la variación media (SSB) es mayor de lo que se puede esperar de la variación presente dentro de la muestra (SSW)



$$\text{Cálculo de Anova} = \frac{\text{Variación between}}{\text{Variación Within}} = \frac{\text{Promedio SSbetween}}{\text{Promedio SSWwithin}}$$

Figura 19–Pruebas ANOVA
Elaborado por: Autor

2.1.10 DISEÑO DE EXPERIMENTOS (DDE)

El diseño de experimentos conocido por DDE se realiza para determinar estadísticamente que factores e interacciones son los que influyen a la respuesta para encontrar la condición óptima.(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

A través del DDE se define la relación que existe entre las variables (X 's) y las respuestas (Y 's).

Los modelos de Diseño De Experimentos (DDE) son un conjunto de pruebas experimentales, se utilizan variables de entradas (X's) de tal manera que los datos generados (Y's) pueden analizarse estadísticamente para obtener conclusiones objetivas y válidas sobre el sistema o proceso. En la figura 22 se muestra la representación gráfica de un DDE.(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

- Define las relaciones entre las variables (X 's) y las respuestas (Y 's).
- “Encuentra” los pocos vitales
- Cuenta con el efecto de los pocos vitales y el resultado
- Minimiza el número de experimentos.

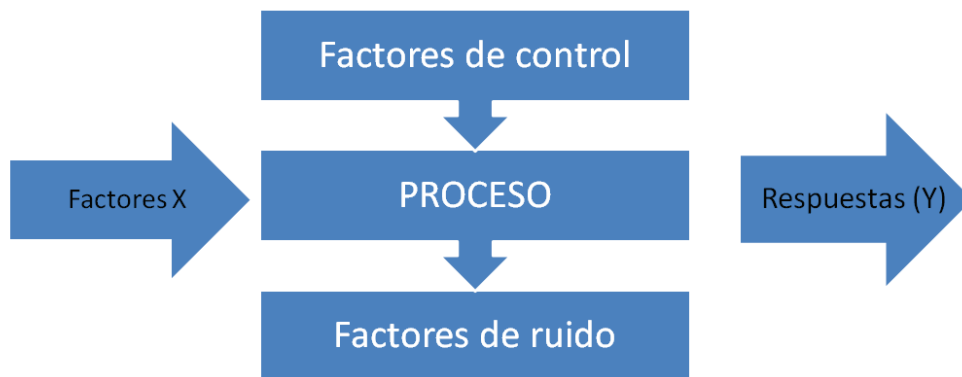


Figura 20–Aspectos de la planificación experimental
Elaborado por: Autor

- ✓ Factores: Entrada del sistema (traducción de la voz del cliente)
- ✓ Respuesta: Salida del sistema
- ✓ Factores de ruido: Factores no controlables o que tienen alto impacto sobre el costo.

- ✓ Factores de control: Factores controlables o que tienen mínimo impacto sobre el costo.

El resultado observado de un experimento se muestra así:

$$Y = f(X1 + X2 + \dots \dots Xn) + e$$

Donde X es el resultado “verdadero” del experimento y es una contribución aleatoria. En escenarios reales los datos están sujetos a errores experimentales y errores aleatorios, lo cual convierte a la metodología estadística en el único enfoque objetivo para el análisis. En términos de calidad la metodología DDE es el resultado de enfocar mayores esfuerzos en la prevención y menos esfuerzos en la inspección.(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

2.1.11 VARIABILIDAD

La variación es parte de nuestra vida diaria: el tiempo que tardamos de nuestra casa a nuestro trabajo o escuela es diferente de un día a otro; la temperatura del ambiente es diferente de un día a otro aunque aparentemente se preparó igual. Esta variación que ocurre en nuestras vidas, también ocurre en los resultados de los procesos, ya que son generados por la intermediación de materiales, máquinas, mano de obra, mediciones, medio ambiente y métodos. Estos seis elementos, las 6M, determinan la manera global todo proceso, y cada uno aporta parte de la variabilidad de los resultados de un proceso, como se esquematiza en la figura 7. Por lo que si hay algún cambio significativo en el desempeño del proceso, la razón de tal modificación se encuentra en una o más de las 6M. (Gutiérrez Pulido, 2010)

La estadística es vital en el control y monitoreo de procesos, y en la mejora e innovación de la calidad, ya que está conformada de un conjunto de técnicas y conceptos orientados a la recolección y el análisis de datos tomando en cuenta la variación en los mismos. Las técnicas estadísticas son de gran importancia en todo tipo de empresas y en una gran diversidad de situaciones. Por ejemplo, son útiles para:(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

- Identificar dónde, cuándo y con qué frecuencia se presentan los problemas.
- Analizar los datos procedentes de las guías clave del negocio, para así identificar las fuentes de variabilidad, analizar su estabilidad y pronosticar su desempeño.
- Detectar con rapidez, oportunidad y a un bajo costo anomalías en los procesos y sistemas de medición (monitoreo eficaz).
- Ser objetivos en la planeación y toma de decisiones, evitando frases como el “yo siento”, el “yo creo”, “mi experiencia” y el abuso de poder en la toma de decisiones.
- Expresar los hechos en forma de datos y evaluar de manera objetiva el impacto de acciones de mejora.
- Enfocarse en los hechos en forma de datos y evaluar de manera objetiva el impacto de acciones de mejora.
- Enfocarse en los hechos vitales; es decir, en los problemas y causas realmente importantes.
- Analizar de manera lógica, sistemática y ordenada la búsqueda de mejoras.

Reducir la variabilidad es uno de los objetivos claves del control estadístico y de Seis Sigma por lo tanto es clave entender los motivos de variabilidad de un proceso que están relacionados con las 6M:(Gutiérrez Pulido, 2010)

1. Materiales
2. Máquinas
3. Mano de obra
4. Mediciones
5. Métodos
6. Medio ambiente

En un proceso cada aspecto aporta con su propia variación al resultado generado (Gutiérrez Pulido, 2010):

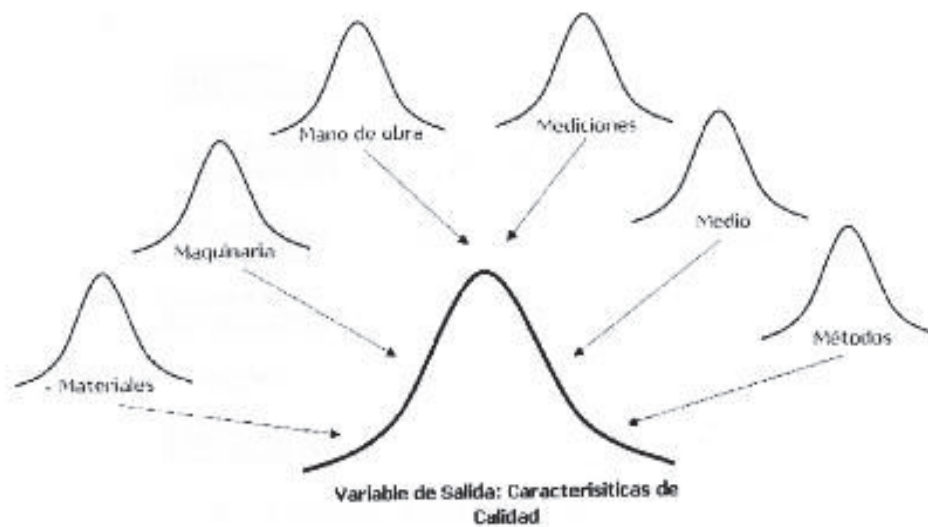


Figura 21–Variabilidad de un proceso. Cada M aporta una parte no necesariamente igual, de la variación total observada

Las variables cuantitativas se clasifican como discretas o continuas. Las discretas sólo pueden adquirir ciertos valores y casi siempre hay “brechas” entre esos valores. Por ejemplo: número de clientes atendidos (0, 1, 2, 3.....), número de artículos defectuosos por lote, número de quejas, número de servicios de mantenimiento y sus costos de calidad generados, ejemplo Tabla 9. Por su parte, las variables continuas pueden tomar cualquier valor dentro de un intervalo específico. Por ejemplo, el tiempo en que un cliente es atendido. Intuitivamente las variables de tipo continuo son aquellas que requieren un instrumento de medición para cuantificarse, como peso, volumen, voltaje, longitud, resistencia, temperatura, humedad, tiempo, dimensiones varias. (Gutiérrez Pulido, 2010)

Tabla 12–Costos de calidad generados por artículos defectuosos.

			Costos tangibles	Costos intangibles
Productos defectuosos			Costos del material de la mano de obra y gastos generales menos los ingresos producidos por la venta de	Pérdidas en la producción
		Rechazos		

	Productos defectuosos identificados		residuos	Obstáculos a la programación
		Utilizados como producto "B"	Diferencias de precios entre las dos clases de productos	
		Reelaborados	Costos de las elaboraciones suplementarias	
	Productos defectuosos no identificados y vendidos	Reclamados por el cliente No reclamados por el cliente	Costos del servicio de asistencia por inspecciones, reparaciones	Mala fama para la calidad del producto y el buen nombre de la empresa A la larga pérdida de imagen

Fuente: (Harrington, 1994)

El artículo defectuoso ha pasado la inspección sin ser detectado y ya se encuentra en el mercado. Habrá que retirarlo del mercado, cambiárselo por otro al consumidor, en caso de reclamar, repararlo, o bien no hacer nada si el usuario no reclama. Esto puede ocurrir en plantas en las cuales el testear todas las unidades producidas no es viable, por lo que se hace un control de calidad tomando muestras.(Harrington, 1994)

Un proceso tiene variables de entrada y de salida. Las primeras, también llamadas variables independientes las (X), por lo general son variables de control del proceso, como temperatura, velocidad, presión, cantidad y/o características de algún insumo o material. Además entre las variables de entrada se consideran aquellas que, aunque normalmente no están controladas, influyen en los resultados de un proceso, como la humedad relativa en el medio ambiente, la habilidad de un operario, el método de trabajo.(Harrington, 1994)

En cuanto a las variables de salida, también llamadas variables de respuesta o dependientes, son características de calidad del producto y, en general, en ellas se reflejan los resultados obtenidos por el proceso, a través de los valores que toman estas variables se evalúa la calidad del desempeño del proceso. Por lo general, las variables de salida tienen especificaciones o tolerancias, porque se produce piezas metálicas que se van a ensamblar, las dimensiones de éstas deben caer dentro de cierto rango o especificaciones, de lo contrario no embonarán. Cuando se satisfacen estos requerimientos se dice que el proceso cumple las especificaciones de calidad. Existen tres tipos de variables de salida o características de calidad, de acuerdo con el tipo de especificaciones que deben cumplir.(Harrington, 1994)

Para controlar la variabilidad de los procesos es necesario medirla y tomar acciones para eliminar las causas especiales de variación y mejorar las condiciones propias del proceso reflejadas como causas comunes.(Harrington, 1994).

Seis Sigma mide estadísticamente la capacidad del proceso para operar libre de defectos o fallos. A continuación consideremos el siguiente ejemplo, si fabricamos 340 metros de manguera, se trabajará a un nivel tres sigma, se esperaría que aproximadamente un metro de manguera podría quedar defectuosa, si la misma manguera se fabrica a un nivel de Seis Sigma, únicamente un milímetro podría quedar defectuoso. Todo esto porque el Seis Sigma, únicamente un milímetro podría quedar defectuoso. Todo esto porque el Seis Sigma se basa específicamente en la distribución normal, donde en $\mu \pm 6\sigma$ se encuentran el 99.99% de las observaciones, lo que supone un porcentaje de error inferior al 0,01%, o sea, que el proceso trabaja libre de fallos.(Gutiérrez Pulido, 2010)

La variación en los procesos constituye una de las fuentes principales de insatisfacción de los clientes; si se encuentra su causa raíz y se elimina, los clientes sentirán la diferencia. No siempre se obtiene el mismo producto o servicio con igual nivel de conformidad a lo especificado y de forma consistente y repetitiva. La variabilidad de un proceso se evidencia en tres aspectos:

sistema de medición adecuado, presencia de causas especiales y presencia de causas comunes. (Herrera, 2011); PPG Consultores).

(Gutiérrez Pulido & De la Vara, 2009, pág. 11) “En un proceso industrial interactúan materiales, máquinas, mano de obra, mediciones, medio ambiente y métodos, las 6M’s determinan de manera global todo el proceso y cada uno aporta en algo a la variabilidad de la salida del proceso”. Sin embargo no todos los cambios de las 6M’s reflejan una transformación significativa, ya que habrá ciertos cambios inherentes y otros particulares. Como lo anunció Deming “El 94% de los problemas y oportunidades de mejora se deben a causas comunes. Apenas el 6% se deben a causas especiales.

Fundamentalmente se apoya en el Control Estadístico de Procesos CEP, para bajar la variabilidad eliminando las causas especiales, en el Diseño de experimento DDE para reducir la variabilidad debida a las causas naturales (comunes), y en el ANOVA para realizar un estudio de la variabilidad total a través del R&R.(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

2.2 PROCESO DMAMC.

La metodología DMAMC consiste en la definición, medición, análisis, mejoramiento y control. La estructura DMAMC proporciona una ventana abierta. El criterio para completar una fase en particular se determina si todos los requisitos se han cumplido; finalizando las cinco etapas se considera que la ventana ha sido cerrada(Pyzdek & Keller, 2010/2011), pág. 147).

El DMAMC es un abordaje estructurado que promueve el uso integrado de varios métodos y herramientas aplicado en proyectos de mejoramiento que reducen la variabilidad para la satisfacción de los clientes. “El DMAMC es la espina dorsal del Seis Sigma para mejoramiento continuo en procesos existentes.



Figura 22–Uso del DMAMC en un proyecto de Seis Sigma
Fuente:(Pyzdek & Keller, 2010/2011)

Elaborado por: Autor

2.2.1 DEFINIR EL PROYECTO (D)

En la etapa de definición se enfoca el proyecto, se delimita y se sientan las bases para su éxito. Por ello, al finalizar esta fase se debe tener claro el objetivo del proyecto, la forma de medir su éxito, su alcance, los beneficios potenciales y las personas que intervienen en el proyecto. Todo lo anterior se resumirá en el marco del proyecto.

El primer paso para lograr un proyecto exitoso será su selección adecuada que, por lo general, es responsabilidad de los champions y/o blackbelts. Es deseable que sean áreas de mejora de alto impacto, como reducción de defectos, mejora del flujo de un proceso o ligado directamente con la satisfacción del cliente (quejas, por ejemplo). El proyecto debe contar con el

apoyo y comprensión de la alta dirección, y su efecto tiene que ser importante y medible.

Para iniciar el proyecto de seis sigma se deben seleccionar los temas según el peso que tengan estos en relación a los costos de falla los temas que valen la pena iniciar son los que provienen de la interrelación que existe la parte que da y la parte que recibe. Es decir el proveedor y el cliente respectivamente por ejemplo, la reducción del tiempo de ciclo, de los costos, de los defectos y el mejoramiento del tiempo de entrega, del precio y de la calidad.

Establecer el marco del proyecto. Con el bosquejo de definición de proyecto que el champion entrega al líder del equipo, éste debe completar la definición especificando los diferentes elementos del marco del proyecto. De tal forma que, a través de éste, quede claro de qué trata el proyecto, los involucrados, los beneficios esperados.

Realizar el diagrama de proceso. Adicionalmente el marco del proyecto, es usual hacer un diagrama de proceso, que puede ser un diagrama de flujo o un mapeo de proceso de un nivel macro o intermedio. En la selección de las métricas es importante asegurarse de que, a través de ellas, se está escuchando al cliente, por lo que pueden ser variables críticas del desempeño y la calidad del proceso (tiempo de ciclo, costos, defectos, quejas, productividad).

2.2.2 MEDIR LA SITUACIÓN ACTUAL (M).

El objetivo general de esta segunda fase es entender y cuantificar mejor la magnitud del problema o situación que se aborda con el proyecto. Por ello, se define el proceso a un nivel más detallado para entender el flujo del trabajo, los puntos de decisión y los detalles de su funcionamiento; se establecen con mayor detalle las métricas (las Y's) con las que se evaluará el éxito del proyecto, se analiza y valida

En esta etapa se recolectan todos los datos posibles para extraer todas las causas potenciales que pudieran afectar al problema se clarifica el sistema de medición a través del estudio de GageR&Ry se analiza la capacidad del proceso:

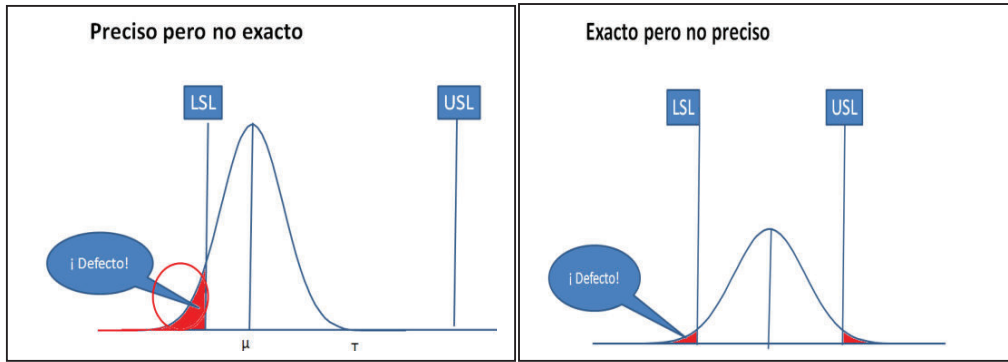


Figura 23–Etapa 2, Medición
Elaborado por: Autor

La metodología formal de aplicación de Seis Sigma en general sigue el siguiente esquema: definir, medir, analizar, mejorar, controlar (DMAIC, por sus siglas en inglés) sin embargo, algunos practicantes prefieren incorporar otras etapas adicionales, como: reconocer la situación o problema, estandarizar los nuevos procesos en toda la organización, y finalmente, integrar los cambios o soluciones a toda la organización.

2.2.1 ANALIZAR

En la etapa de análisis, se clarifican los factores potenciales que afectan al problema y así poder encontrar los factores vitales porque generalmente el 80% de las causas son originadas por el 20%

Los factores vitales son aquellos que demuestran estadísticamente una influencia significativa sobre la variabilidad del proceso y se determinan a partir de las mediciones de los factores críticos utilizando análisis de Correlación y Pruebas de Hipótesis

Respuesta	Causa	
$CTQ(Y)$	$= f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$	
		⏟
	x_1 Proporción: 200	} Pocos vitales
	x_2 Proporción: 120	
	x_3 Proporción: 30	

- ✓ CTQ(Crítico para la calidad): función del producto o parámetro crítico definido por las necesidades y las expectativas del cliente

Figura 24–Etapa 3, Análisis

2.2.3 MEJORAR

En la etapa de mejoramiento, se filtran los factores vitales que afectan al problema clarificando la relación que existe entre ellos y se trata de buscar el punto óptimo del proceso a través de experimentos para confirmar que se haya logrado alcanzar la meta establecida del proyecto, como se indica en la siguiente figura:

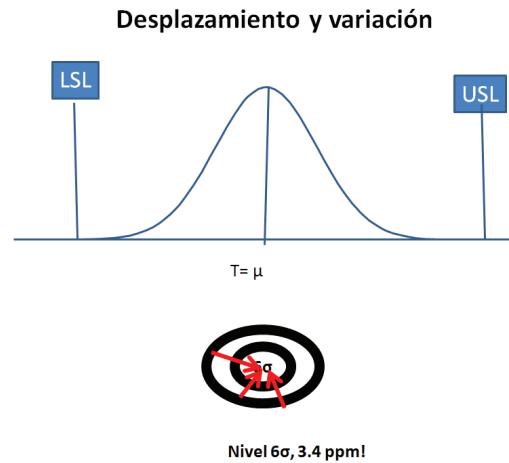


Figura 25–Etapas 4, Mejoramiento

2.2.4 CONTROLAR

En la etapa del control se determinan el método de control del proceso y el programa de auditorías para monitorear la condición mejorada del proceso y así poder prevenir posibles problemas. En esta etapa se debe confirmar si en realidad se ha reducido el costo de falla a través del proyecto:

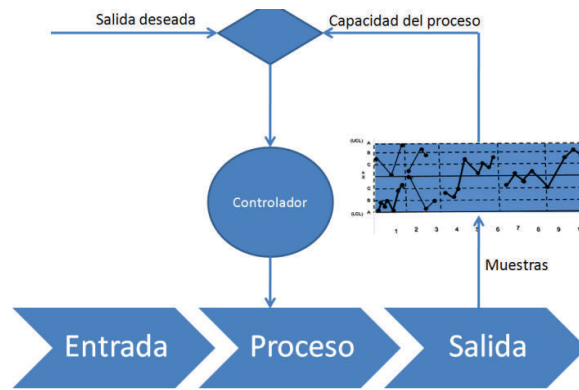


Figura 26–Etapa 4, Control

2.3 ESTRUCTURA HUMANA

La organización de Seis Sigma exige una infraestructura orgánica para manejar y apoyar las actividades resumidas. Los logros recaen en integrar líderes del negocio, de proyectos, expertos y facilitadores. Algunos roles considerados han sido tomados de las artes marciales, que reflejan el nivel de compromiso y dedicación, está formado por:(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

2.3.1 CAMPEONES (Champions). Llamados también patrocinadores, son los directores de área quienes proveen la dirección estratégica o es la persona que está a cargo del negocio. El campeón establece la visión del negocio, dando las direcciones para el involucramiento de todas las áreas en las actividades de Seis Sigma. El campeón debe impulsar y apoyar los proyectos de mejoramientos.(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

2.3.2 MAESTROS CINTA NEGRA (Master Black Belt). Persona seleccionada y capacitado, que ha desarrollado actividades de Cinta Negra, coordinan, capacitan y dirigen a los expertos Cinta Negra en su desarrollo, o es la persona especialista en Seis Sigma cuyo objetivo principal es lograr alcanzar la meta de seis sigma a través de capacitaciones, revisiones, coordinación y fuerte apoyo a los proyectos.(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

2.3.3 CINTAS NEGRA (Black Belt). Expertos técnicos que generalmente se dedican a tiempo completo a la metodología Seis Sigma. Son los que asesoran, lideran proyectos y apoyan en mantener una cultura de

mejora de procesos. Se encargan de capacitar a los Cinta Verde.(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

2.3.4 CINTAS VERDE (Green Belt). Expertos técnicos que se dedican en forma parcial a actividades de Seis Sigma. Se enfocan en actividades cotidianas diferentes de Seis Sigma pero participan o lideran proyectos para atacar problemas de sus áreas. En si es el que aplica las herramientas de Seis Sigma para la ejecución de los proyectos. En la figura 27, se muestra la estructura de un proyecto Seis Sigma(6 σ):(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

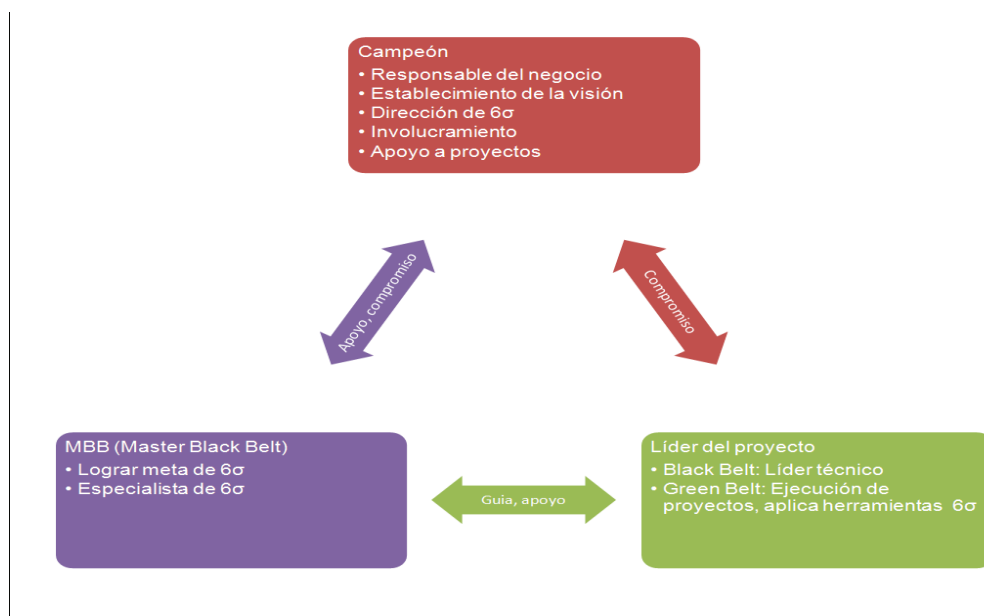


Figura 27–Organización de un proyecto Seis Sigma

Revisión del campeón: Dirigido por el campeón, revisión de proyectos paso a paso, avances, decisiones de ideas

En el sistema de certificación de Seis Sigma existen 3 niveles que son MBB, BB, GB.(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

El Master Black Belt es la persona especialista en Seis Sigma cuyo objetivo principal es lograr alcanzar la meta de seis sigma a través de capacitaciones, revisiones, coordinación y fuerte apoyo a los proyectos.(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

El Black Belt es el líder técnico que coordina y apoya las actividades de Seis Sigma y el Green Belt es el que aplica las herramientas de seis para la ejecución de los proyectos. En la siguiente figura se indica el sistema de certificación de Seis Sigma:(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

Tabla 13–Sistema de Certificación

Certificación	Trabajo principal	Roles
Master Black Belt	<ul style="list-style-type: none"> • Líder técnico de 6σ • Entorno técnico, difundir habilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Guía BB/GB • Dirección de proyectos • Verificación de resultados • Capacitación a los miembros del equipo
Black Belt	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo completo dedicado a proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecución de proyectos • Líder de equipo de mejoramiento • Capacitación a los miembros del equipo
Green Belt	<ul style="list-style-type: none"> • Medio tiempo dedicado a proyectos 	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecución de proyectos • Líder de equipo de mejoramiento

Fuente:(Gutiérrez Pulido H. , 2010)

2.4 HERRAMIENTAS CLAVES DE SEIS SIGMA

A lo largo de la implementación del proyecto seis sigma se utilizan diferentes herramientas de análisis que en algunos casos son más sofisticados. A continuación se presenta una descripción de las siguientes herramientas (Ronald, 2004).

2.4.1 CARTAS O DIAGRAMAS DE CONTROL

Existen muchos procesos industriales que, que pueden decidirse, son de tipo “masivo”, en el sentido de que producen muchos artículos, partes o componentes durante un lapso de tiempo pequeño. Por ejemplo: líneas de ensamble, maquinas empacadoras, proceso de llenado, operaciones de soldadura en una línea de producción, modelo de piezas de plástico, torneado de una pieza metálica, el corte de una tira en pedazos pequeños. Algunos de estos procesos harán miles de operaciones por día, mientras que otros efectuarán varias decenas o centenas. En ambos casos se está ante un proceso masivo. Si además las variables de salida de interés son de tipo

continuo, entonces estamos ante el campo ideal de aplicación de las cartas de control X – R. (Gutiérrez Pulido H. , 2010) pág. 222)

Es la carta que formaliza el lanzamiento del proyecto, aclara lo que espera el equipo para tenerlo alineado con los objetivos primarios de la empresa; se documenta el por qué, cómo, quién, y cuándo de un proyecto e incluye los siguientes elementos:

1. Declaración del problema
2. Objetivo del proyecto
3. Alcance
4. Miembros del equipo
5. Estimación de duración del proyecto
6. Otros recursos

(Pyzdek & Keller, 2010/2011)

2.4.2 DIAGRAMA DE PARETO

Conocido también como diagrama de Ishikawa, llamado también espina de pescado, donde el principal problema es la cabeza, las categorías más importantes de causa potenciales se representan como espinas estructurales y las causas específicas probables aparecen como las espinas menores. Gráfico de barras que ayuda a identificar prioridades y causas, ordenando por importancia a los diferentes problemas que se presenten en un proceso. La utilidad del diagrama está respaldada por el llamado Principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales” ((Gutiérrez Pulido D. I., 2005), pág. 162).

2.4.3 DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

Es la gráfica del tipo X – Y; el objeto es de analizar la forma en que dos variables numéricas están relacionadas. Por ejemplo, la dimensión de un pieza podría estar relacionada de alguna manera con el orden en que se fabricó; el rendimiento de un reactivo químico podría estar relacionado con pequeños

cambios en su formulación, o puede ser la variación en una variable de entrada de un proceso esté relacionada con el valor de alguna característica de calidad del producto final.(Gutiérrez Pulido D. I., 2005), pág. 187).

Para investigar si existe alguna relación entre dos variables, como las de los ejemplos anteriores, existen varios métodos estadísticos. Uno de ellos es el diagrama de dispersión, que se obtiene si X representa una variable y Y la otra; entonces se colectan los datos en pares de valores sobre las dos variables (x_i, y_i) . Las parejas de datos obtenidos se representan a través de un punto en una gráfica del tipo X-Y (o plano cartesiano), y a la figura resultante se le conoce como diagrama de dispersión.

2.4.4 LLUVIA DE IDEAS

Tormenta de ideas, es una forma de pensamiento creativo encaminado a que todos los miembros de un grupo participen libremente y aporten ideas sobre determinado tema o problema. Esta técnica es de gran utilidad para el trabajo en equipo, debido a que permite la reflexión y el diálogo (Gutiérrez Pulido D. I., 2005).

2.4.5 DIAGRAMA SIPOC

Es una herramienta que muestra al proceso en forma sintética, identificando elementos relevantes para su posterior análisis. Estudia a los sujetos que intervienen en el flujo sean estos: proveedores, insumos, resultados y clientes.(Harry, 2000)

2.4.6 ANÁLISIS MULTIVARY

Es una gráfica de análisis especial cuyo propósito es identificar fuentes de variación en un proceso que tiene un efecto adverso en el producto. La idea central de multivary es similar a la estratificación, pero trabajando con datos continuos exclusivamente y observándolos a través del tiempo(que es la idea de cartas de control). Así la idea del análisis multivary es evaluar las fuentes

de variación pueden agruparse de acuerdo con las siguientes familias de variación. Es decir es una gráfica de análisis que visualiza e identifica las fuentes de variación que potencialmente afectan al proceso, está medido por la comparación de medias. Las fuentes están agrupadas entre variaciones dentro de la pieza/lote, variación entre piezas/lotos y variación con el tiempo (Gutiérrez Pulido D. I., 2005)

- ✓ Variación (posicional) dentro de una pieza. Es frecuente que haya características de calidad cuya magnitud cambie dentro de una misma parte o producto; por ejemplo, características como planicidad, excentricidad, espesor,afilamiento, paralelismo o cuadradez pueden variar según el lugar donde se mida la pieza. En estos casos si hay problemas con esta variable, es importante, mediante un análisis multivary, identificar si existen algunas zonas de la pieza donde el problema es mayor.(Gutiérrez Pulido D. I., 2005)
- ✓ Variación (cíclica) de pieza a pieza. Este tipo de variación es observada entre piezas producidas durante un lapso pequeño de tiempo, o la variación de lote a lote; aquí la idea sería encontrar si esta variación sigue un patrón especial a través del tiempo. Aquí el rango puede servir de indicador de la variación dentro de muestra.(Gutiérrez Pulido D. I., 2005)
- ✓ Variación (temporal) tiempo a tiempo. Aquí la idea es observar la variación que se da entre las piezas producidas en diferentes horas del día o en diferentes días.(Gutiérrez Pulido D. I., 2005)
- ✓ Flujo del proceso a flujo de proceso. Este tipo de variación ocurre cuando dos o más flujos de proceso producen el mismo producto (dispositivos múltiples, husos, máquinas, cavidades y estaciones). Las cartas de control tradicionales no están diseñadas para controlar procesos de manufactura con múltiples flujos con múltiples flujos por lo que en muchos de estos casos una carta multivary puede ayudar a caracterizar mejor la variación de estos procesos.(Gutiérrez Pulido D. I., 2005)

En resumen el multivary es un análisis que identifica sistemáticamente errores o fallas en un proceso; es una simplificación de la técnica FMEA.

2.4.7 DIAGRAMA DE ÁRBOL

Es una herramienta que muestra de manera sistemática los vínculos racionales entre la descripción de objetivo primario y los medios para alcanzar el objetivo; además se conoce cuál es la realidad compleja en el proyecto.

2.4.8 ÁRBOL DE CONTINGENCIAS (PDPC¹)

Herramienta útil en anticipar problemas potenciales antes de implementar un plan de acción; se identifican y seleccionan tanto acciones preventivas (para evitar que el problema ocurra), como acciones alternativas.

2.4.9 MATRIZ DE PRIORIZACIÓN

Establece prioridad entre varias alternativas planteadas por el equipo, define el foco de mejora en la fase Definir para asegurar un proyecto conveniente a la empresa.

¹ En inglés: ProcessDecisionProgram Chart

3. METODOLOGÍA

En el presente capítulo describe lo que se realizó en el desarrollo del proyecto Seis Sigma dentro de la empresa Gama Editores. Es importante tomar en cuenta que cada fase cuenta con diversos pasos y herramientas, se desarrolló las fases: Definir, Medir, Analizar, en primer lugar se define el proceso a estudiar, luego se midió la capacidad de los parámetros, se utilizaron herramientas de análisis y estadísticas para identificar las causas de los problemas.

3.1 DEFINIR

3.1.1 IDENTIFICAR LA VARIABLE CRÍTICA PARA LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE.

Para la definición del problema se considera a la satisfacción de los clientes como uno de los factores principales de diferenciación en la industria que asegura la fidelidad de los clientes y en consecuencia los ingresos de la organización.

La satisfacción del cliente depende de la percepción que tiene respecto a ciertos componentes a los cuales les asigna mayor o menor importancia, en el sector gráfico hay ciertos elementos propios de la industria que son críticos para el cliente ya sea desde el punto de vista económico o de imagen.

Como resultado de las encuestas y entrevistas realizadas se ha establecido que el proceso crítico está en la producción de agendas tal como consta en la Figura 28:

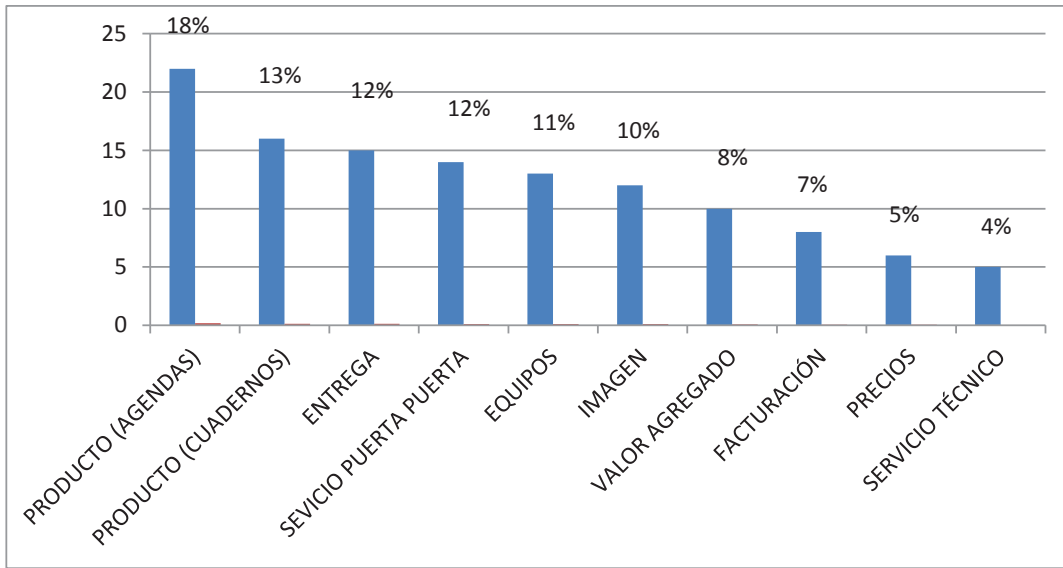


Figura 28–Importancia de los componentes de satisfacción (CTS's)

Fuente: Empresa Gama Editores

Elaborado por: Autor

Luego se hizo un diagrama de Pareto para identificar los subprocesos críticos donde se originan con más frecuencia los defectos, como consta en la figura 29:

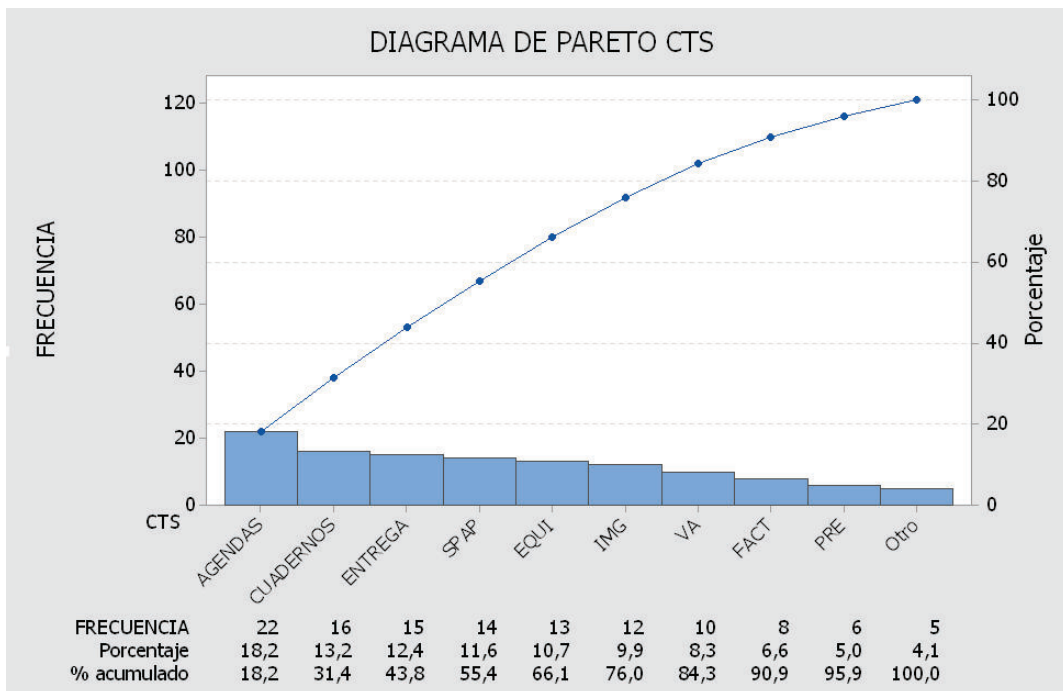


Figura 29–Diagrama de Pareto de Características Críticas de satisfacción (CTS)

Elaborado por: Autor

En consecuencia analizando la figura 29, se “define del foco de mejora de alta relevancia tanto para el cliente final como para los objetivos de la empresa, por tal motivo, en consenso y en base al análisis con los responsables de cada uno de los procesos de producción, se logró determinar que el proceso de producción de agendas presenta condiciones para iniciar un estudio de Seis Sigma. En la determinación del subproceso específico de mejora, se utilizó la matriz de priorización definiendo los siguientes criterios de selección:

- Defectos de bajo costo
- Facilidad en la implementación
- Accesibilidad a información
- Etapa crítica del proceso
- Reducido costo de mantenimiento de equipos

Se estableció una escala de evaluación para cada uno de los criterios fue comparado para establecer un peso de importancia relativa, la escala que se consideró fue la siguiente:

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

De acuerdo a lo anterior se obtuvo la matriz de priorización, como se muestra en la **Tabla 14**.

Tabla 14–Matriz de priorización de criterios.

CRITERIOS		A	B	C	D	E	SUM A	PORCENTAJE.
A	Defectos de bajo costo		7	7	9	9	32	32%
B	Facilidad en la implementación	5		1	3	5	14	14%
C	Accesibilidad a información	5	3		3	3	14	14%
D	Etapa crítica del proceso	7	7	5		9	28	28%
E	Reducido costo de mantenimiento de equipos	3	3	3	3		12	12%
TOTAL							100	100%

Elaborado por: Autor

Para seguir con la definición de la variable crítica, se construyeron las matrices comparando tanto las alternativas que cumplen con un criterio, en este caso las alternativas fueron los subprocesos de Corte, Costura y Definición de detalles (Numeradora no marca cantidades exactas) en la producción de agendas, como consta en la figura 42, los pesos de importancia relativa son:

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

Las matrices de priorización para cada criterio se muestran en el Anexo S.

A continuación tenemos en resumen el resultado de las matrices de priorización cuyo resultado se encuentra en la tabla 15:

Tabla 15–Matriz síntesis para la determinación del proceso clave.

Matriz de Síntesis								
Alternativas	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Criterio 5	Porcentaje.	Orden	
A Costura	29%	43%	29%	36%	43%	36%	2	
B Corte (Material mal cortado)	50%	43%	43%	36%	43%	40%	1	
C Definición de detalles	21%	14%	43%	29%	14%	24%	3	
Total						100%		

Elaborado por: Autor

3.1.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS DE SATISFACCIÓN (CTS)

Para identificar las características críticas se conocieron los principales requisitos del cliente para el subproceso seleccionado. Estas características críticas para la satisfacción son denominados CTS, las CTS son la voz del Cliente. Se determinó las CTS de **Corte** (material mal cortado) (MMC), **Costura** y **Definición de Detalles**, se trabajó con ingeniería y se utilizó un diagrama de árbol (Figura 30)

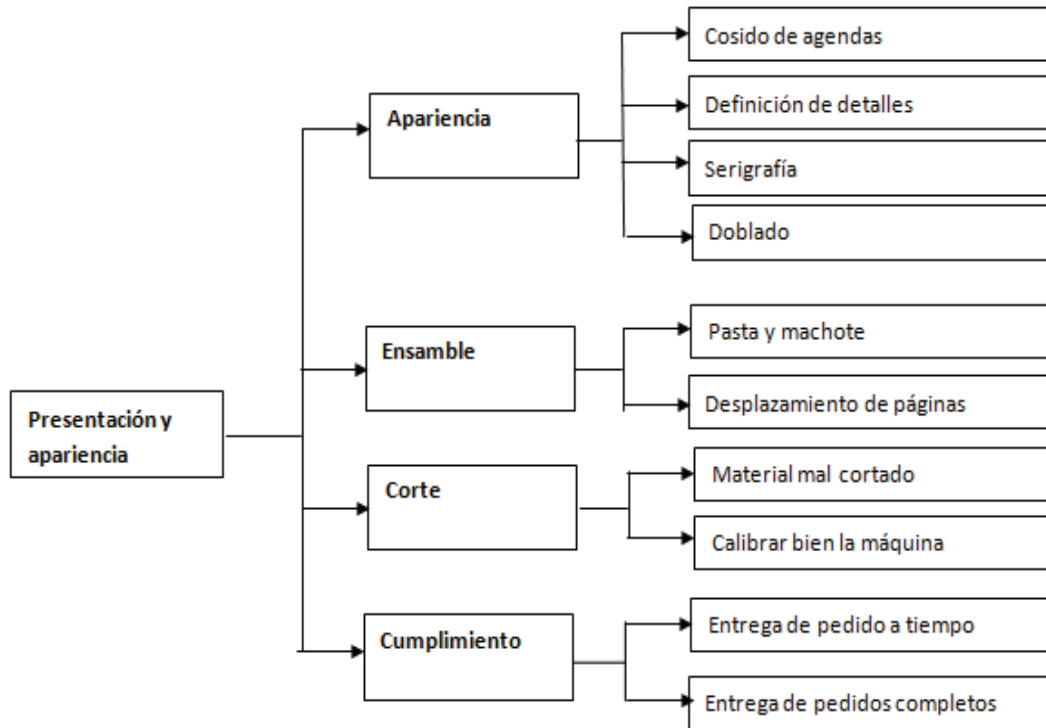


Figura30–Características críticas de satisfacción
Elaborado por:Autor

Éstas características se priorizaron según dos criterios: IIC² y GNC³; los puntajes de cada criterio se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 16–Valoración del IIC y GNC

Índice de importancia del cliente(IIC)	Grado de no conformidad (GNC)
Mucho poco importante =1	Muy Bajo =1
Poco importante =3	Bajo =3
Medianamente importante =5	Medio=5
Importante =7	Alto =7
Muy importante =9	Muy Alto=9

Elaborado por:Autor

Como resultado se obtuvo la siguiente matriz de CTS priorizada:

Tabla 17–MatrizCTSpriorizada

Artículos con defectos	IIC	GNC	Puntaje CTS	Orden
1 Costura (Cosido de agendas)	7	7	49	2
2 Ensamble	7	3	21	8
3 Desplazamiento de páginas	5	3	15	9

² Índice de importancia del cliente: Como el cliente percibe la manera en que la empresa y la competencia satisfacen sus necesidades y expectativas.

³ Grado de no conformidad: El nivel en que el producto incumple un requisito.

4	Doblado	9	3	27	5
5	Definición de detalles	9	5	45	3
6	Serigrafía	5	5	25	7
7	MMC (Considerar el excedente en el corte)	9	7	63	1
8	Grapado	7	5	35	4
9	Alta frecuencia 2	5	5	25	6
10	Calibrar bien la máquina	5	3	15	10

Elaborado por: Autor

Los factores determinantes del CTS.con alto puntaje fueron:

- Material mal cortado (MMC)
- Costura (Cosido de agendas)
- Definición de detalles

Los parámetros críticos seleccionados intervienen directamente en las características del producto para brindar satisfacción del cliente, entonces se enfocó el análisis para desarrollar la propuesta de mejora.

3.1.3 DIAGRAMA DE PARETO

Se estudió los defectos ocurridos en el área de Corte, realizados en el mes de noviembre de 2013, la información al respecto se muestra en el AnexoE, del cual se obtuvo el siguiente diagrama (Figura 31):

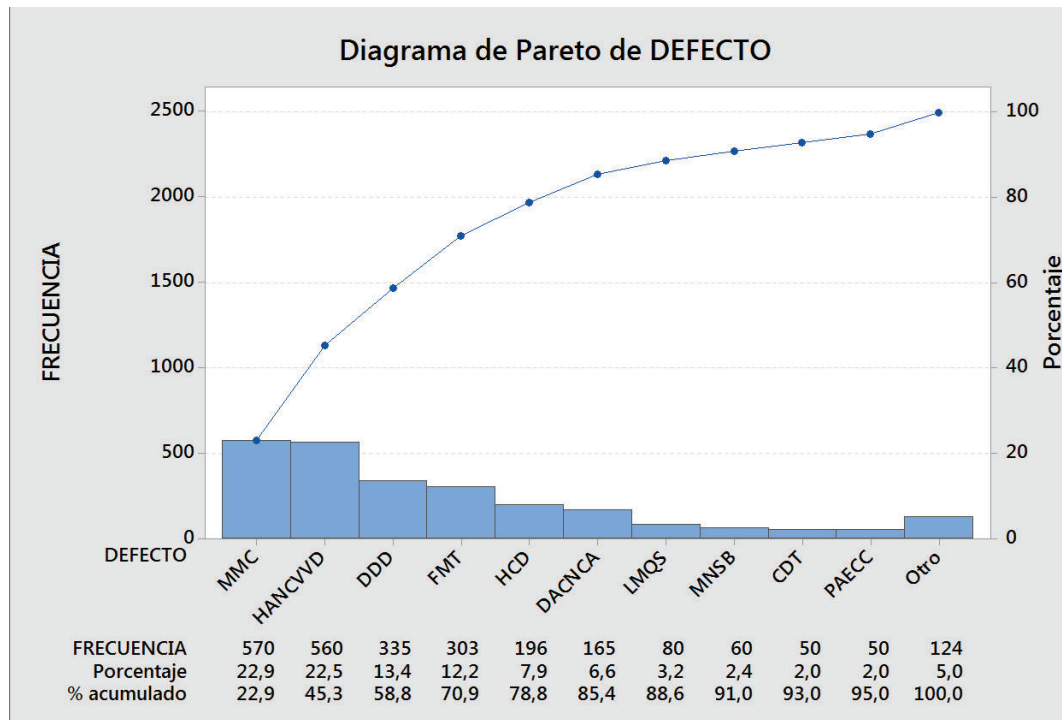


Figura 31–Diagrama de Pareto de defectos
Elaborado por: Autor

Se concluyó que los defectos más comunes son: Material Mal Cortado (MMC), que es una variable cuantitativa, Hilo de color azul, negro, café, verde, vino y dorado se deshila al momento de coser las pastas de las agendas, estos son atributos que también son importantes para el cliente.

3.1.4 ESTABLECER EL PROCESO (Diagrama SIPOC – Macro)

Para brindar una perspectiva general y amplia de todo el proceso, se utilizó el siguiente diagrama general SIPOC figura 32.

PROCESO SIPOC



Figura 32–Diagrama SIPOC – nivel macro del proceso de producción
Fuente: Empresa Gama Editores

3.1.5 FORMALIZACIÓN DEL PROYECTO

La etapa de Definición concluyó con la formalización de la carta presentado a la dirección del proyecto para su revisión y aprobación.

A pesar de que no existe en la empresa el responsable de calidad el Maestrante se encuentra realizando la presentación del proyecto como un Black Belt

Tabla 18–Carta del proyecto

Champion	Oscar Reyes	BlackBelt	Fausto Ibarra
Producto impactado	Producción de Agendas.	Dirección	San Carlos en la calle S/N y Legarda

Elemento	Descripción	Plan de equipo
Proceso	En el cual existe una oportunidad de mejora	Proceso producción de agendas, subproceso de corte y costura
Descripción del proyecto	Propósito del proyecto y sus alcances	Presentar una propuesta de mejoramiento para el proceso de corte, y

		costura	
Declaración del problema	Salidas significativas que el equipo busca mejorar	Usar herramientas estadísticas que ayuden a identificar y reducir la variabilidad	
Objetivo	Lo que se pretende lograr	Validar análisis de capacidad y estabilidad con los de la empresa Reducir los defectos en el área de corte, y costura. Controlar las causas más comunes que se presenten	
Miembros del equipo	Nombres y funciones	Ingeniería en manufactura. Oscar Reyes Ingeniería en procesos. Gabriela Tapia Aseguramiento de la calidad. Gloria Quishpe	
Alcance del proyecto	¿Qué partes del proceso y de la metodología serán utilizadas?	Proceso: Comprende desde la recepción de la materia prima hasta el ensamble de la agenda Metodología: El desarrollo de la metodología comprende Definir, Analizar, Medir, Mejorar.	
Clientes beneficiados	Tanto clientes internos como externos	Cliente interno: Corte y Costura. Cliente externo: Juan Marcet, Dilipa, Librería Española, distribuidores y cliente final	
Cronograma	Definir Medir Analizar y Mejorar Propuesta	Inicio 30-ago-12 01-oct-12 01-nov-14 01-dic-14	Fin 30-sep-12 30-oct-12 30-nov-14 30-Abril-15
Definición de recursos	Lo que se requiere para desarrollar el proyecto	Ítem Transporte Útiles de oficina Copias Impresiones Logística Otros gastos Total	Costo 120 50 20 130 325 120 765

Elaborado por: Autor

3.2 MEDIR

Las mediciones fueron realizadas en el subproceso de corte, por lo que fue necesario conocer el desarrollo del proceso; además se estudia el sistema de medición.

3.2.1 EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN.

Es una de las actividades obligadas de todo proyecto de Six Sigma, lo que se quiere evitar es que un artículo considerado defectuoso sea en realidad bueno o viceversa. De ahí la importancia de contar con un sistema robusto basado en un adecuado R&R (Repetitividad y Reproducibilidad). El estudio de R&R es la evaluación en forma experimental de la variabilidad observada, donde se considera el error de medición, la variabilidad del producto y las tendencias de calidad (Gutiérrez Pulido & de la Vara, 2005); Minitab 17 Inc.

El análisis consideró a 2 operadores, se repitió 2 veces la medición con cada operador, con 10 muestras; se aplicó al parámetro de corte vertical (Largo) y horizontal (Ancho).

Una vez aprobada la calidad de las mediciones se procede a determinar la línea base.

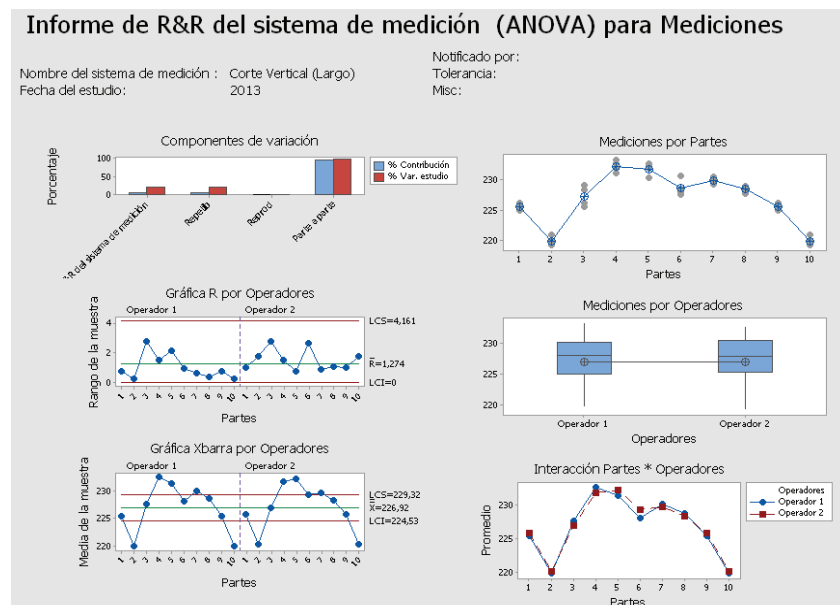


Figura 33–R&R del sistema de medición para corte vertical (ANOVA)

Fuete: Empresa Gama Editores

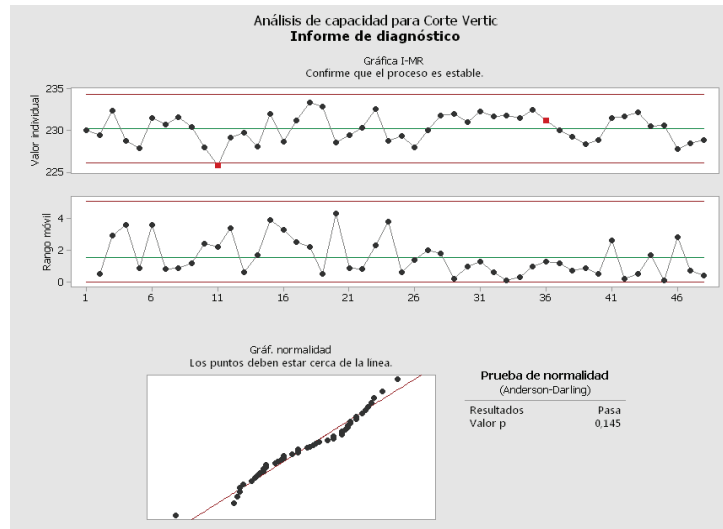


Figura 35–Análisis de la estabilidad de la variable corte vertical (Largo)
Fuete: Empresa Gama Editores

La tabla de control X y R no presentó puntos fuera de los límites y el comportamiento de ellos no siguió ningún patrón o tendencia, por lo que el proceso se consideró en control estadístico. Con respecto al análisis de capacidad, figura 36 - 37, se obtuvo lo siguiente.

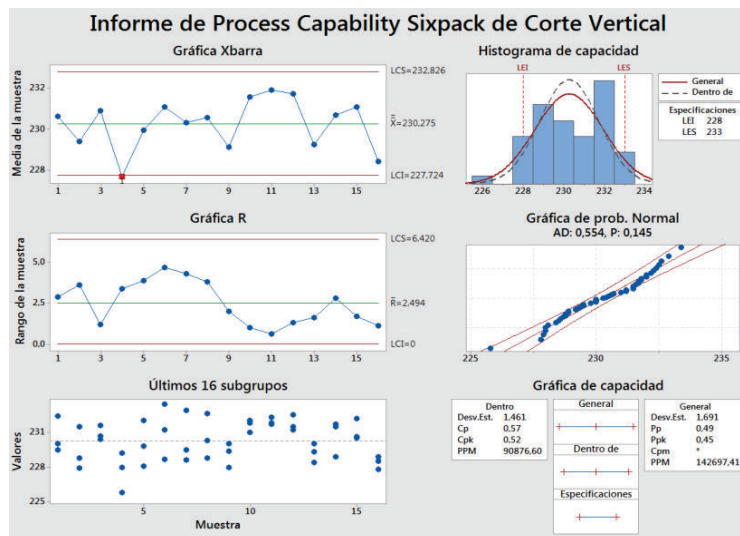


Figura 36–Análisis de estabilidad de la variable Corte Vertical (Largo)
Fuete: Empresa Gama Editores

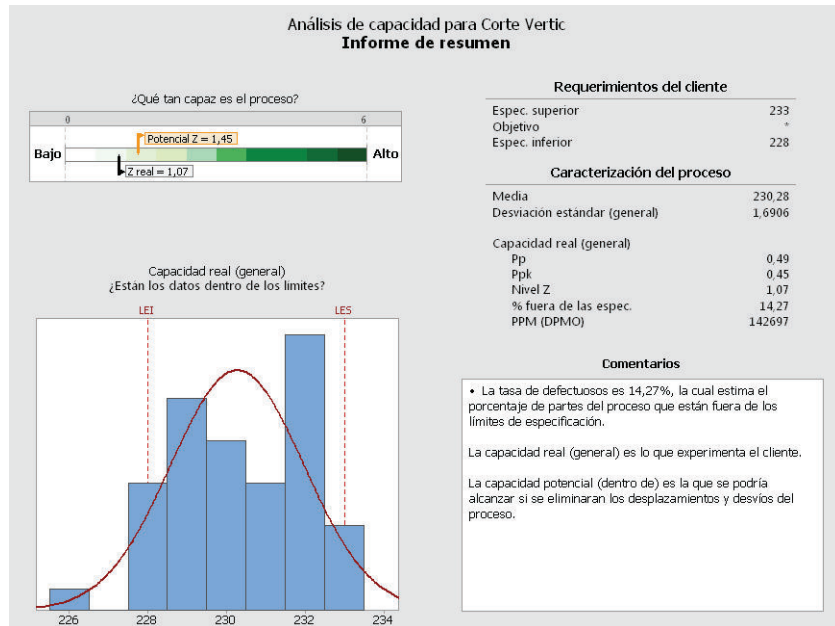


Figura 37–Análisis de la capacidad de la variable corte Vertical (Largo)
Fuete: Empresa Gama Editores

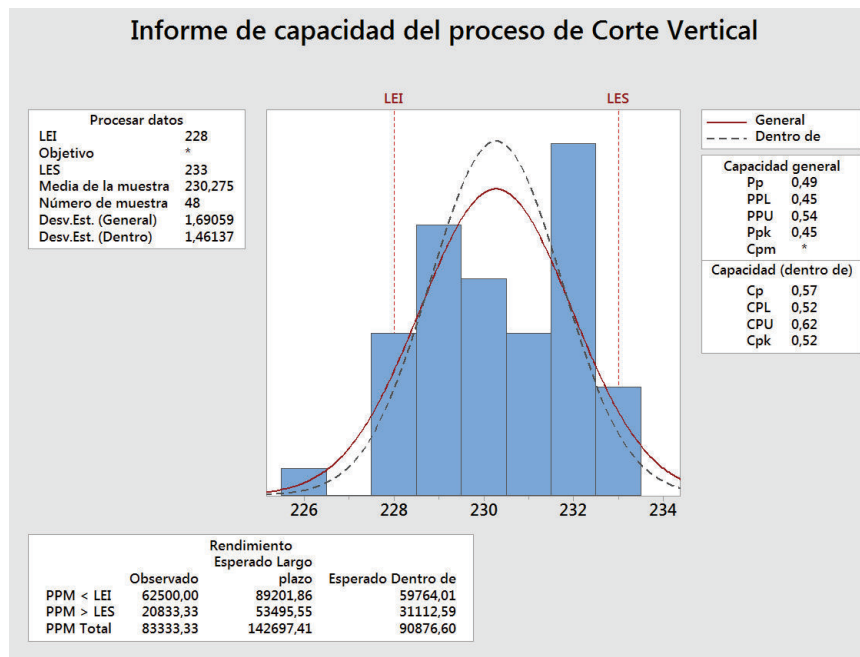


Figura 38–Análisis de la capacidad de la variable corte Vertical (Largo)
Fuete: Empresa Gama Editores

El nivel de capacidad potencial es $C_p = 0,57$ y el nivel de capacidad real $C_{pk} = 0,52$, tiene un valor bajo. Se concluye que el nivel de capacidad no es el adecuado y se encuentra descentrado, por lo que se obtienen muestras fuera de la especificación 14,27% Anexo E.

3.2.3 ESTABILIDAD Y CAPACIDAD DEL PROCESO RESPECTO A LA VARIABLE CORTE HORIZONTAL (Ancho).

También se tomó muestras con respecto a la variable corte horizontal según Anexo K, para el siguiente análisis de estabilidad, como se muestra en la Figura 39.

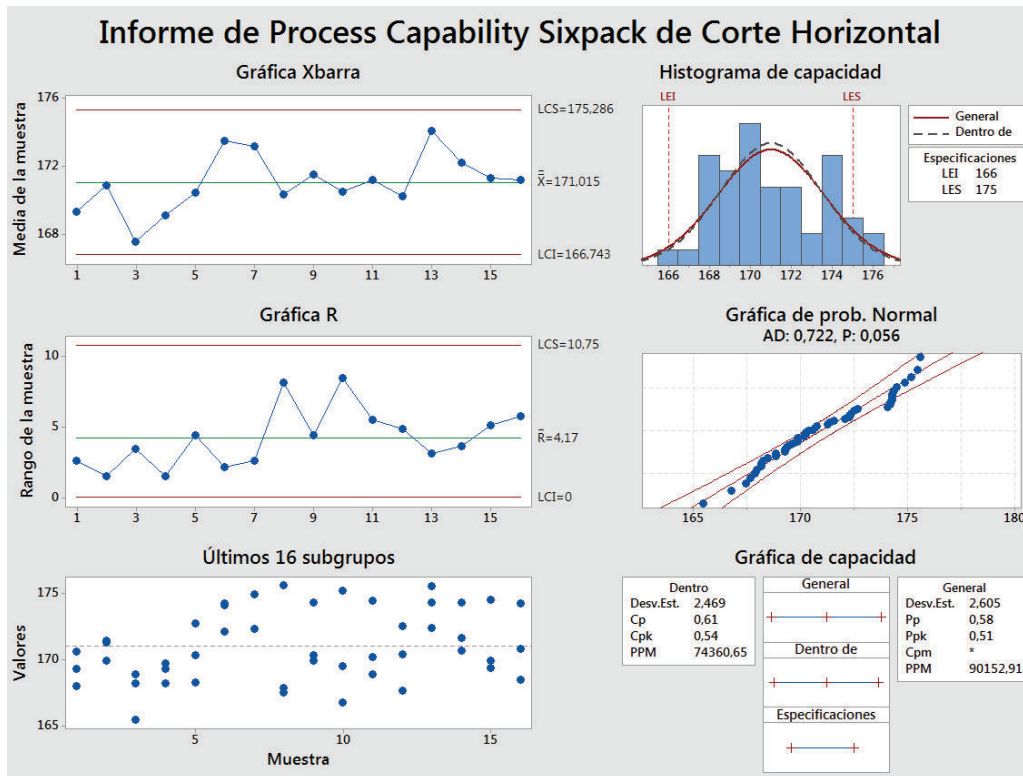


Figura 39–Análisis de estabilidad de la variable corte horizontal (Ancho)
 Fuente: Empresa Gama Editores

En las cartas X y R no existieron valores fuera de los límites, además los puntos no presentan patrones anormales de comportamiento. Se concluye que el proceso ha estado funcionando de manera estable considerando su tendencia central y la amplitud de variación. El análisis de capacidad se muestra en la figura 40 - 41.

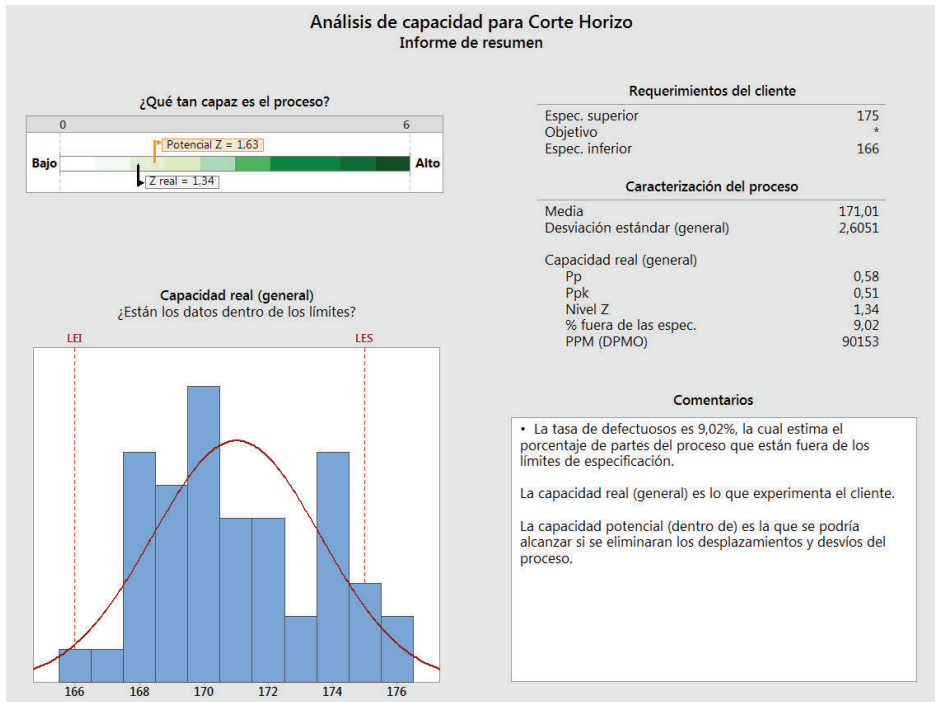


Figura 40—Análisis de la capacidad de la variable corte horizontal (Ancho)
Fuete: Empresa Gama Editores

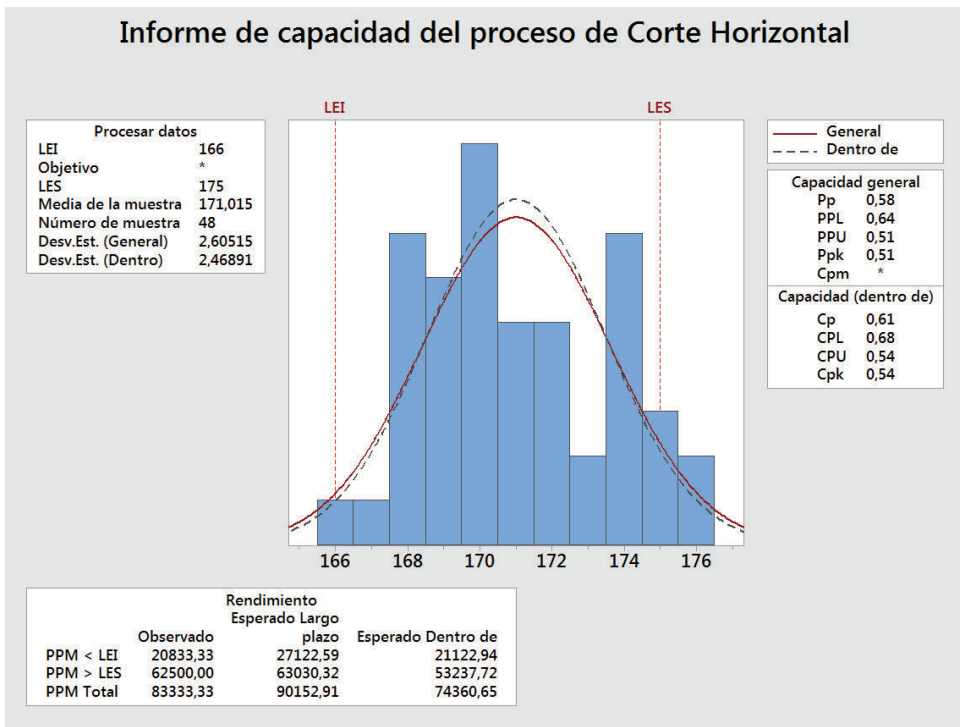


Figura 41—Análisis de la capacidad de la variable corte horizontal (Ancho)
Fuete: Empresa Gama Editores

El análisis de capacidad determinó que el $Cpk = 0,54$, por lo que el proceso es incapaz de cumplir con las especificaciones, el porcentaje aproximado de productos que tienen una medida menor a 166, está alrededor del 9.02%, es decir que existe 83.333 ppm.de productos defectuosos.

3.2.4 ESTABILIDAD Y CAPACIDAD RESPECTO AL SUBPROCESO DE COSIDO

Es claro el problema en el cosido de agendas, hilo al coser se deshila, es del tipo de pasa o no pasa; por lo tanto para analizar la variación de las proporciones se debe aplicar la carta p.

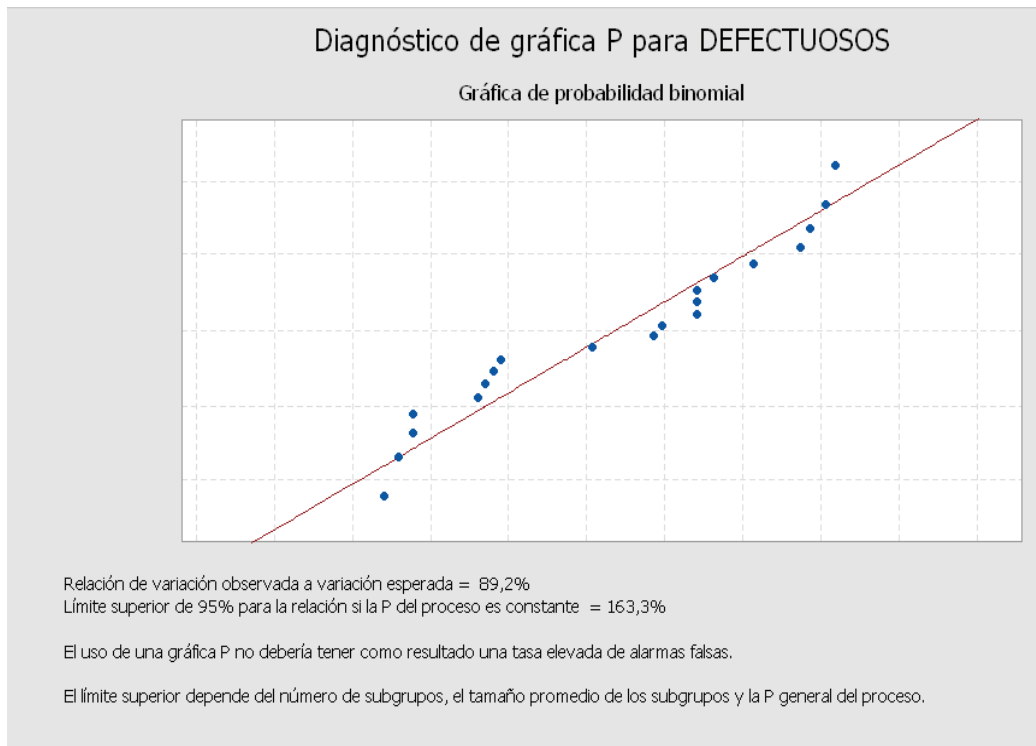


Figura 42—Análisis de la gráfica P para defectuosos de cosido de agendas
Fuete: Empresa Gama Editores

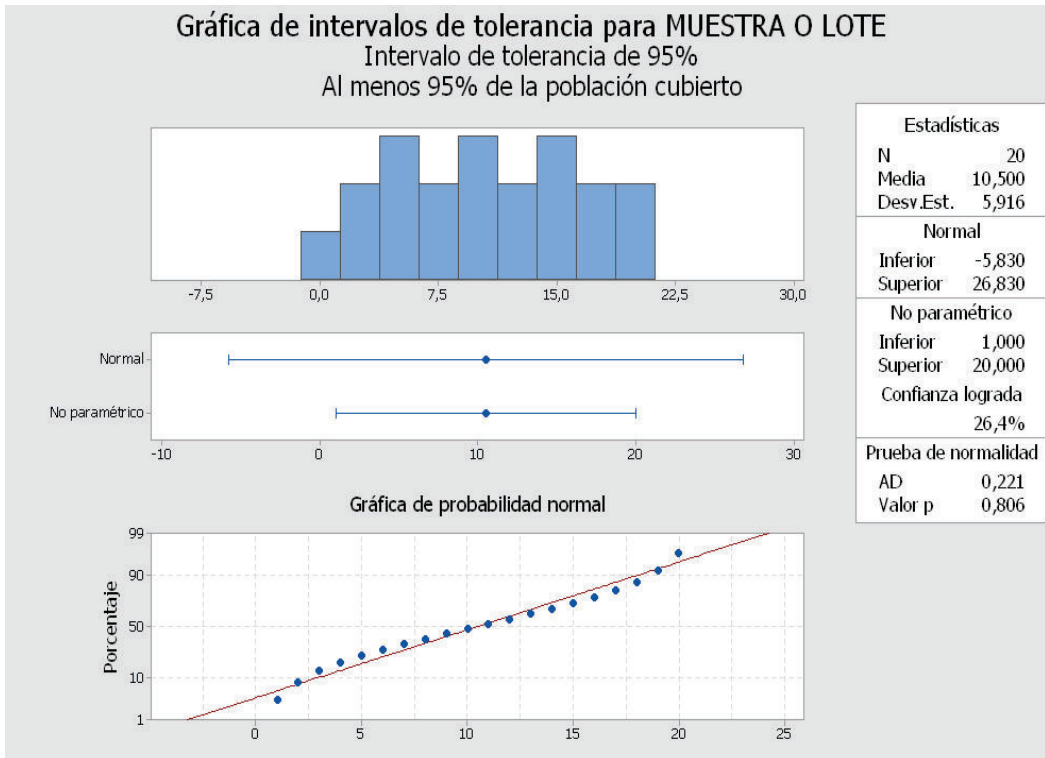


Figura 43 – Carta p con límites promedio para el cosido de agendas
Fuete: Empresa Gama Editores

En este caso en la figura 44, se muestra que la proporción de artículos defectuosos en lotes promedio de 120 agendas, fluctúa ordinariamente entre 0,0154 y 0,1747, con un promedio de 0,0950, por lo tanto, mientras no haya un cambio en el proceso se espera que se siga dando esa proporción de defectuosos, que normalmente se considera alta.

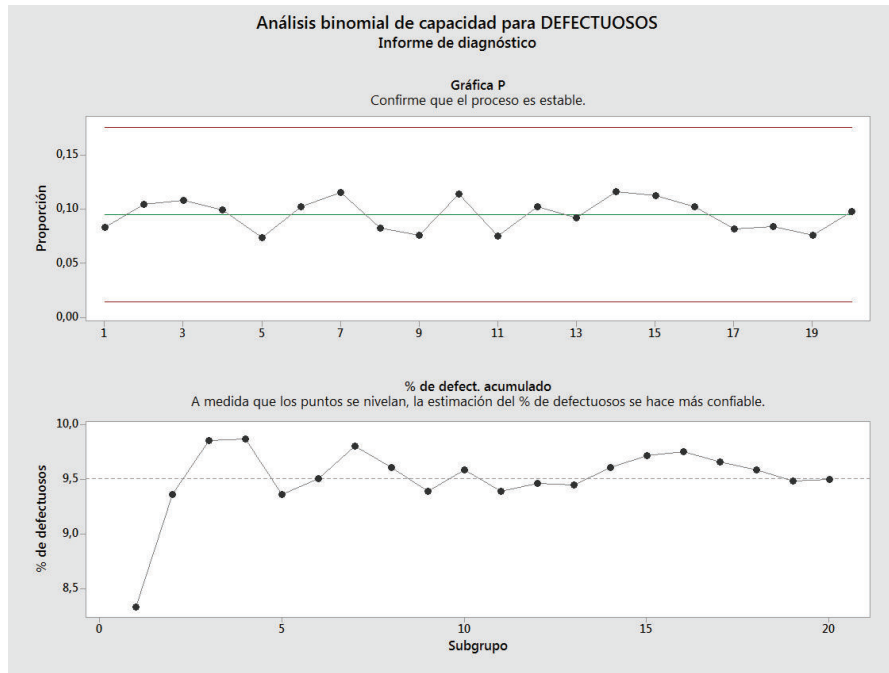


Figura 44 – Informe diagnóstico de la capacidad para artículos defectuosos
Fuete: Empresa Gama Editores

Según la Figura 44, se puede observar el proceso no es estable hay puntos fuera de los límites del proceso, a medida que los puntos se nivelan, el estimado del 9,5% de defectuosos.

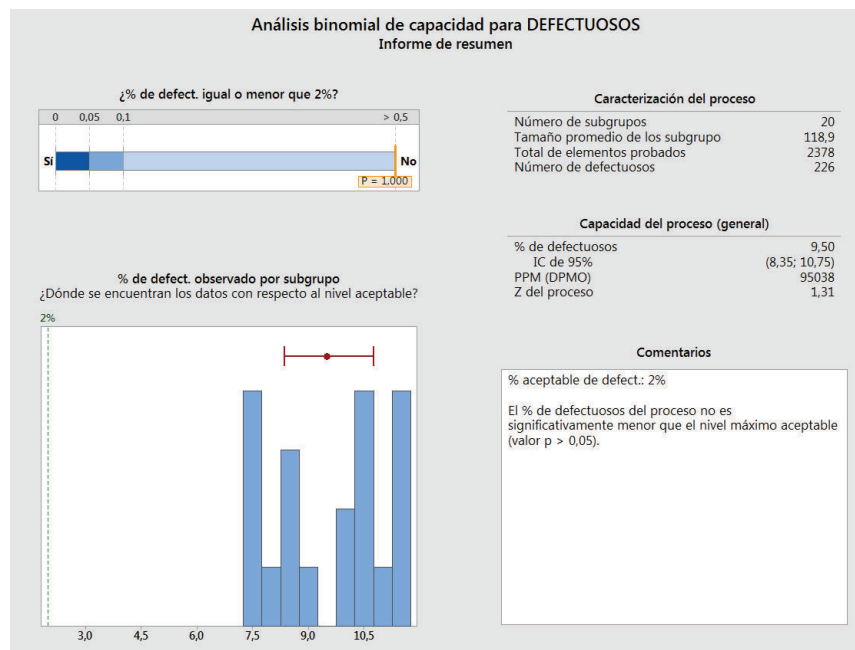


Figura 45– Informe resumen del análisis de la capacidad de Agenda Empresarial
Fuete: Empresa Gama Editores

En resumen se puede observar que el 9.53% de artículos defectuosos es mayor que el nivel aceptable, el número de defectuosos PPM es de 9.5038, siendo alta.

Tabla 19 – Análisis de la capacidad (agenda empresarial), en base al porcentaje de desperdicio

CAPACIDA AGENDA EMPRESARIAL	
Cp.	% de desperdicio
0,556	9.53%

Fuete: Empresa Gama Editores

En base al porcentaje de desperdicio tabla 19, se calculó la capacidad del procesos según Anexo (C_p=0,556) de la Agenda Empresarial, esto se lo realizo en Excel, si bien sabemos según Anexo M, el proceso de cosido de agendas no es adecuado para el trabajo, se requiere modificaciones serias.

Tabla 20 – Análisis de la capacidad (agenda ejecutiva), en base al porcentaje de desperdicio

CAPACIDA AGENDA EJECUTIVA	
Cp.	% de desperdicio
0,562	9,18%

Fuete: Empresa Gama Editores

También en la agenda Ejecutiva tabla 20, se calculó la capacidad del proceso (C_p= 0,562) en Excel, según Anexo N, el proceso de cosido de agendas no es adecuado para el trabajo, se requiere serias modificaciones.

Tabla 21 – Análisis de la capacidad (agenda económica), en base al porcentaje de desperdicio

CAPACIDAD AGENDA ECONÓMICA	
Cp.	% de desperdicio
0,561	9.24%

Fuete: Empresa Gama Editores

De igual forma en el cosido de agenda económica Tabla 22, la (C_p=0,561), lo cual no es el adecuado (véase Anexo O), se requiere hacer modificaciones serias.

Tabla 22–Matriz de síntesis del estado actual de variables

Variable	LIE	LSE	Cp.	Cpk	Ppm
Corte vertical	228	233	0,6	0,55	83333
Corte horizontal	166	175	0,56	0,52	83333
Cosido de agendas	15	65	0,6	0,5	95038

Fuete: Empresa Gama Editores

3.3 ANALIZAR

La etapa de análisis tiene por objetivo identificar y comprender las causas especiales comunes que intervienen en el proceso de producción de agendas.

3.3.1 ANALIZAR LAS FUENTES DE VARIABILIDAD

En esta etapa se identifican las variables posibles de un problema en el proceso, partiendo de los estudios de la fase anterior, las causas potenciales se generaron mediante lluvia de ideas y se organizaron el diagrama causa efecto donde se despliegan los factores que podrían en el subproceso de corte y cosido de agendas. Con base en la tabla 22, el equipo del proyecto se inclina por atribuir el problema principalmente a cuestiones de material y métodos utilizados en la medición. La hipótesis planteada es la disminución de los artículos defectuosos y desperdicios ya que se usan los mismos métodos para la producción de agendas. Entonces, vamos a analizar la información recolectada para determinar las causas raíz de los defectos y oportunidades de mejora.

3.3.2 DIAGRAMA DE ÁRBOL CAUSA - EFECTO

A partir de la tabla 22 y del conocimiento del proceso se considera que las variables que vale investigar más a fondo son:

X1: Corte vertical

X2: Corte horizontal

X3: Cosido de agendas

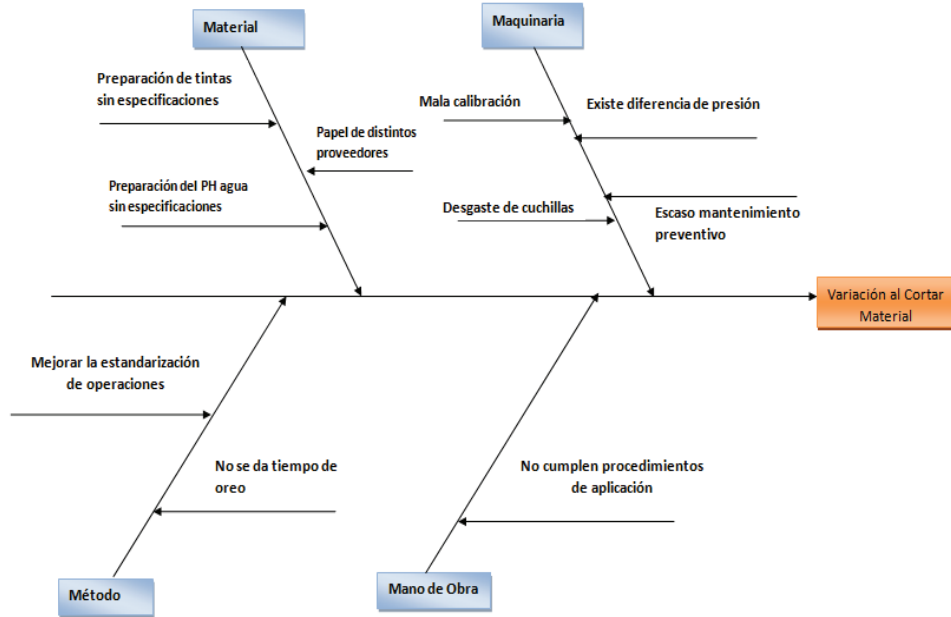


Figura 46- Diagrama de Ishicawa de la variable Corte

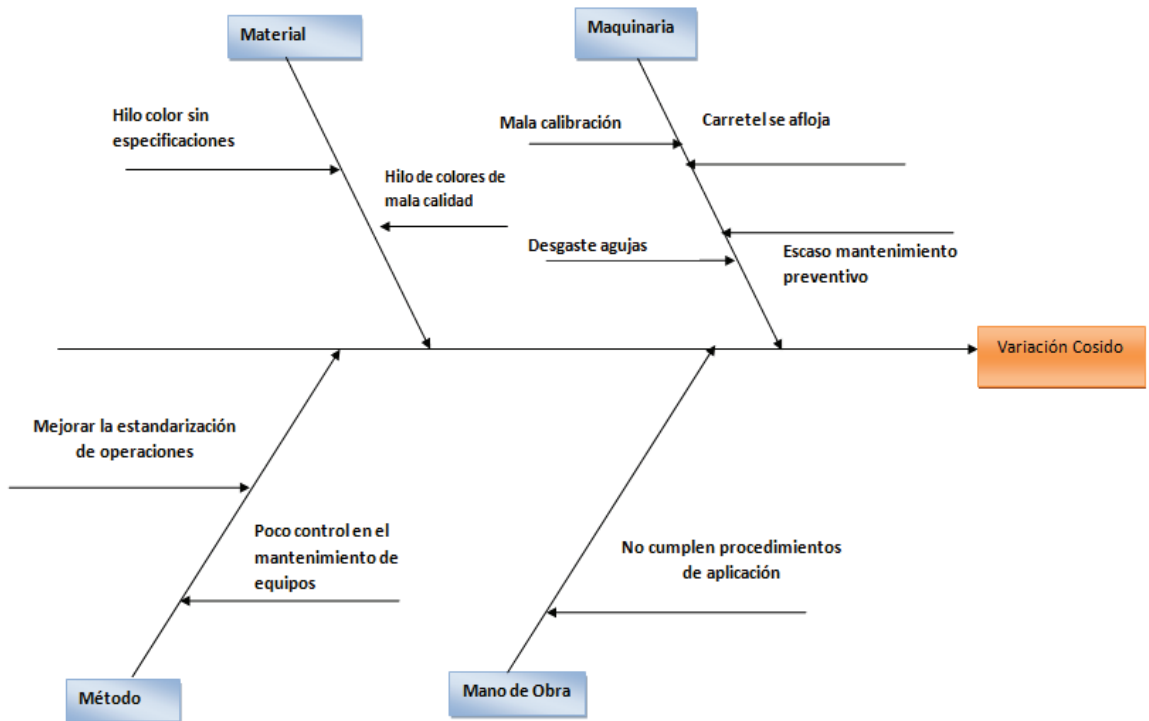


Figura 47 - Diagrama de Ishicawa de productos defectuosos de cosido de agendas
Fuete: Empresa Gama Editores

Se hizo una lluvia de ideas junto al responsable del subproceso de cosido. Se consideró las variables críticas del producto como del proceso.

3.3.3 DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

Para describir la relación entre corte horizontal y vertical, se analizó la dispersión de estas dos variables Figura 61.

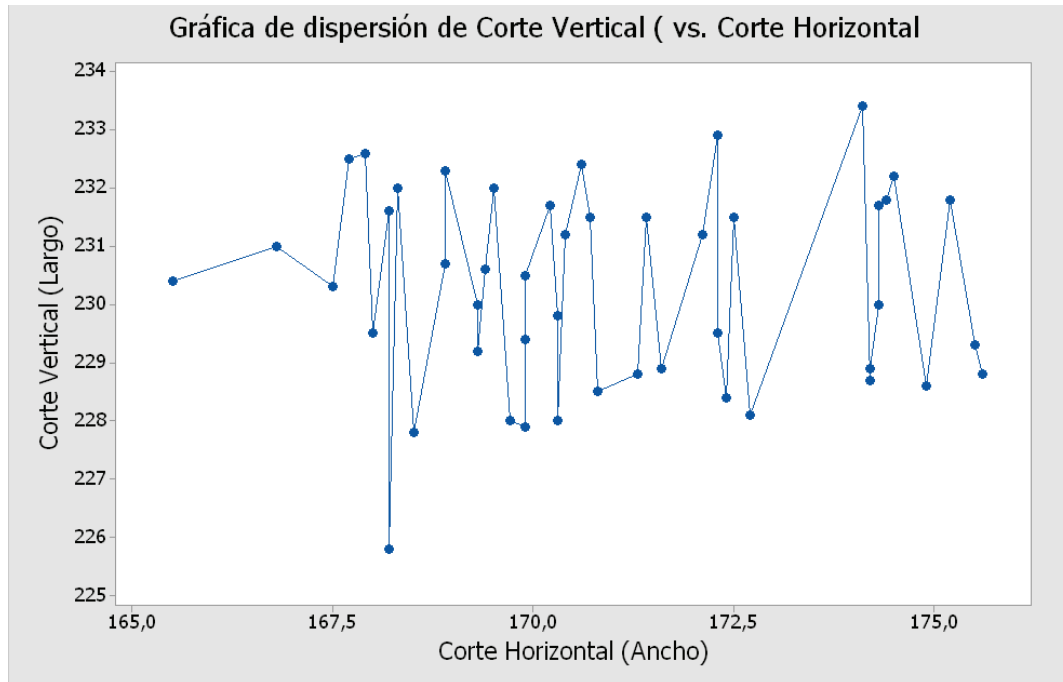


Figura 48– Gráfica de dispersión de corte vertical y horizontal
Fuete: Empresa Gama Editores

3.3.4 ANÁLISIS MULTI-VARI

Al realizar un análisis multi - vari por simple comparación de medidas, se visualizaron algunos factores que influyeron en las mediciones. La carta Multi-vari estudio las relaciones entre los mediciones hechas en los en el corte horizontal y vertical (derecha e izquierda y las horas de las toma de muestras Figura 49 y las horas de toma de muestras.

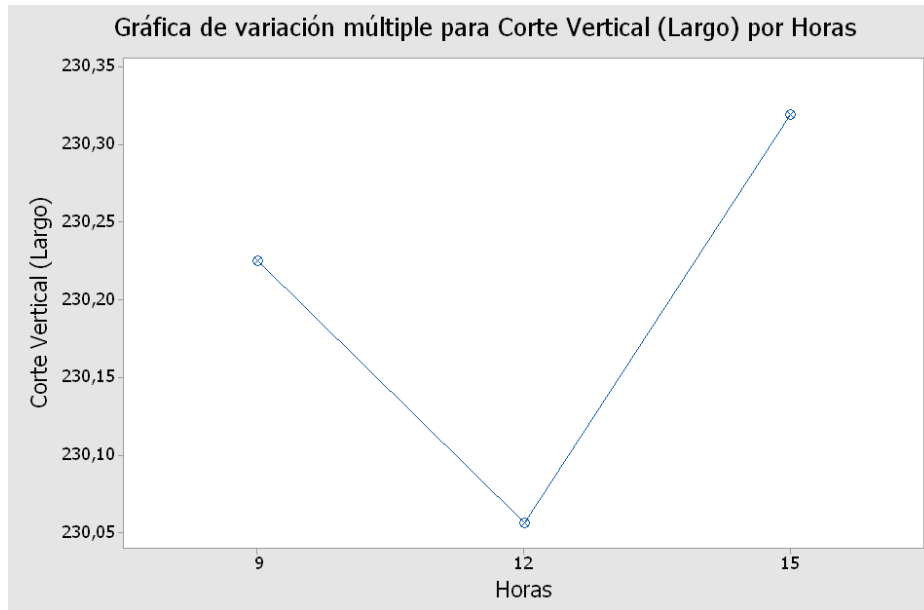


Figura 49-Análisis de variación múltiple sobre corte vertical

Se obtuvo los siguientes resultados:

- Según el análisis de variación múltiple, el corte vertical de las 9 y 15 horas fue mayor en relación al corte de las 12 horas.
- Existe mayor variación en los cortes verticales de las 15 horas
- El corte vertical que presentó menor variación fue el de las 12 horas

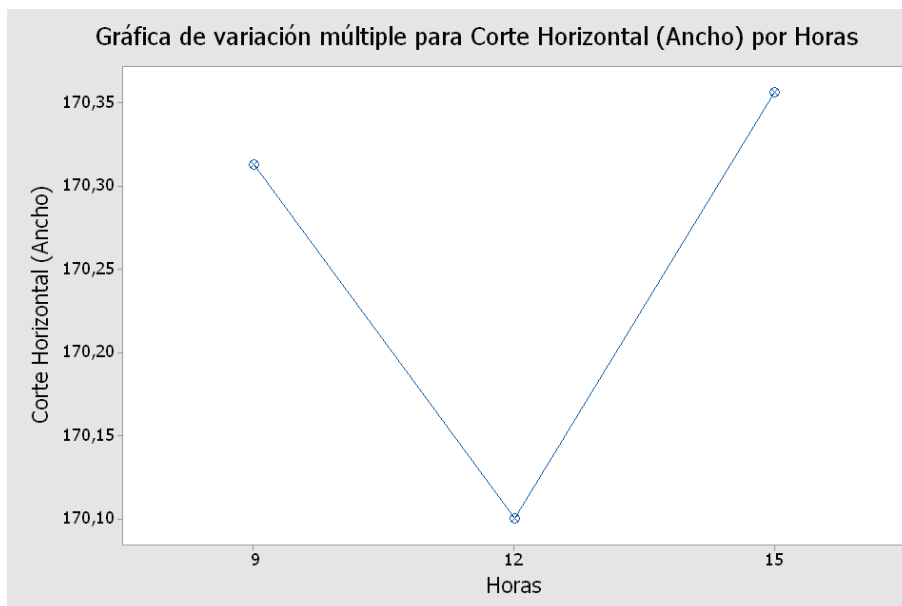


Figura 50 – Gráfica de variación múltiple corte horizontal

Se obtuvo los siguientes resultados:

- Según el análisis de variación múltiple, el corte horizontal de las 9 y 15 horas fue mayor en relación al corte de las 12 horas.
- Existe mayor variación en los cortes horizontal de las 15 horas
- El corte horizontal que presentó menor variación fue el de las 12 horas

Analizando las figuras 50 y 51 a lo largo del día, los cortes vertical y horizontal aumenta la variación en el turno de las 15 horas, posiblemente se deba al efecto de casi finalizar el turno de trabajo o también al efecto de cumplir con la planificación de la producción diaria que obligó a modificar los cortes, sin percatarse que al intervenir una CTX se alteró una CTY.

3.3.5 CONCLUSIONES DE LA ETAPA DE ANÁLISIS:

La aplicación de las diferentes herramientas de análisis cualitativo y cuantitativo facilita la interpretación de la información referente a los factores que causan o tiene una influencia significativa sobre los defectos en el proceso de producción de agendas.

Como se puede observar las principales causas especiales son:

- Material mal cortado (MMC)
- Costura (Cosido de agendas)

Los factores críticos significativos fueron identificados y analizados, a partir de las causas especiales y factores significativos identificados en la etapa de análisis se debe definir e implementar acciones que mejoren el proceso de producción de agendas.

4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 MEJORAR

El mejoramiento se basa en la cuarta etapa de DMAMC, Mejorar, de acuerdo al análisis se propusieron y evaluaron las soluciones.

El objetivo de esta etapa es proponer acciones que minimicen las causas especiales que provocan productos con defectos y defectuosos de la producción de agendas y establecer los niveles apropiados de operación de los factores significativos que afectan a la empresa Gama Editores, principalmente en costos.

4.1.1 PLAN DE ACCIÓN

Mediante el diagrama de árbol se propone soluciones potenciales. Se estructuró de la siguiente forma:

- Establecer el objetivo
- Objetivos secundarios
- Generar tareas
- Revisar el diagrama
- Revisión final

En este caso, el objetivo principal fue hacer cortes exactos y pedir al proveedor material de calidad; el desarrollo del diagrama se muestra en la siguiente Figura 51.

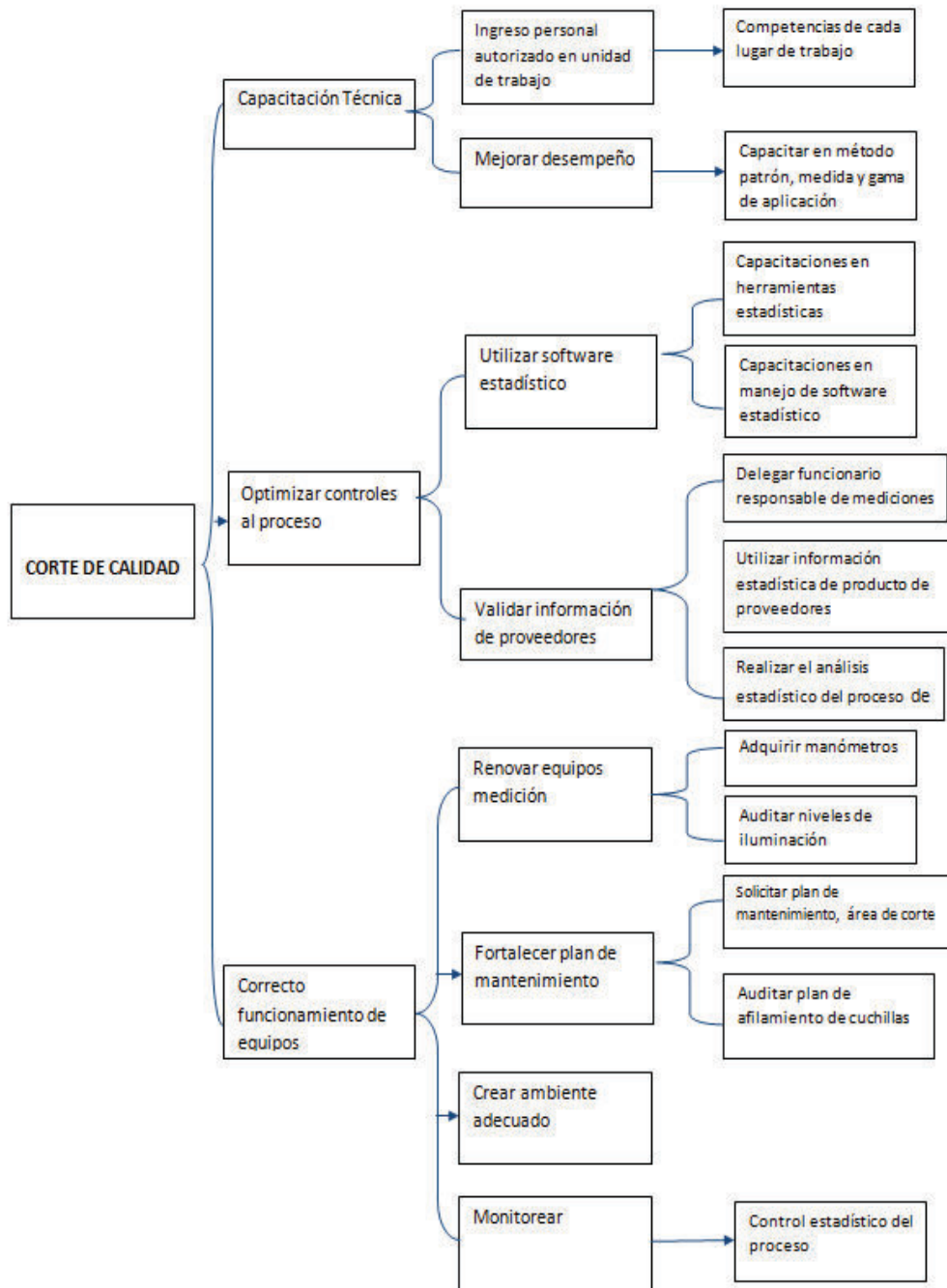


Figura 51– Objetivos plan de mejora

4.1.2 PLANES DE ACCIÓN: Análisis de Modo de Falla del Proceso de Producción Agendas

Tabla 23 - Evolución de factores críticos cualitativos

Función del proceso	Modos de Falla Potenciales	Causas Potenciales de Falla	Acciones de mejora
Corte	Material mal cortado (MMC)	Experiencia, rotación de personal	1. Designar de forma permanente a un ejecutivo que se encargue de la revisión del corte. 2. Realizar capacitación al personal sobre el manejo y optimización de la maquinaria de corte.
Costura	Costura (Cosido de agendas)	No existe un modelo estándar	3. Implementar el uso de selladoras para perfiles de agendas en vez del cosido de agendas.

Fuente: Empresa Gama Editores

Las mejoras se determinan con la participación del Black Belt del proyecto y el Gerente de producción, adicionalmente se requiere la participación de los proveedores para la implementación de las acciones.

Considerando que una de las causas potenciales de defecto y desperdicios se debe al material mal cortado y al cosido de agendas.

Propuse a gerencia general que el proceso de cosido de agendas no proporcionaba valor agregado, debido a que existía muchos defectos y desperdicios, tocaba rehacer o eliminar los productos por tener muchas fallas, los cuales repercutían en costos elevados por motivo de realizar trabajos repetidos. Lo que se hizo es comprar una selladora para los perfiles de la agenda, el cual tiene un mejor acabado y presentación de la agenda .

Para solucionar el desperdicio que existe debido a el material mal cortado se realizará una capacitación del manejo de maquinaria de corte y también se trabajara con certificaciones de calidad garantizados por el proveedor. Se

realizara mantenimiento preventivo en las cortadoras, se afilara las cuchillas cada 3 meses, para hacer cortes de calidad.



Figura 52– Programador para guillotina
Fuete: Empresa Gama Editores

Se debe mencionar que antes eran manuales ahora es mediante un programador de Guillotina para realizar los cortes más exactos y evitar el error de paralaje al momento de ubicar las cuchillas para cortar, logrando incrementar la productividad y aumento de la calidad de las agendas, también se disminuye el tiempo en los cortes repetitivos aumentando la calidad del material cortado, ahorrando tiempo y costos.

Con el mejoramiento se presenta los siguientes resultados de la capacidad de corte horizontal y vertical como indica la figura 53 y 54.

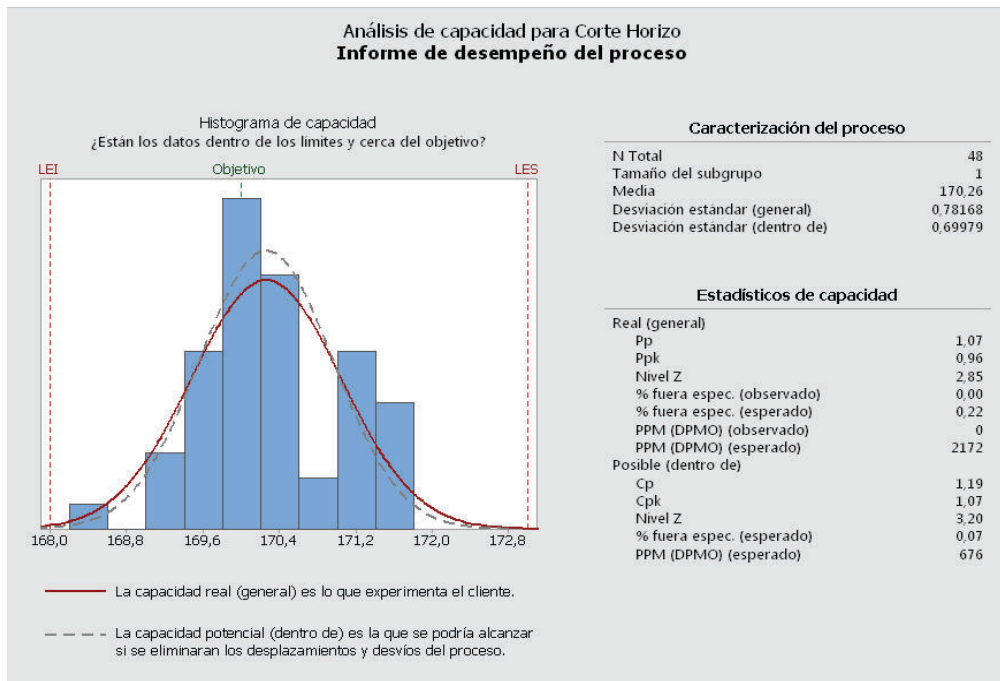


Figura 53– Gráfica de capacidad de corte horizontal

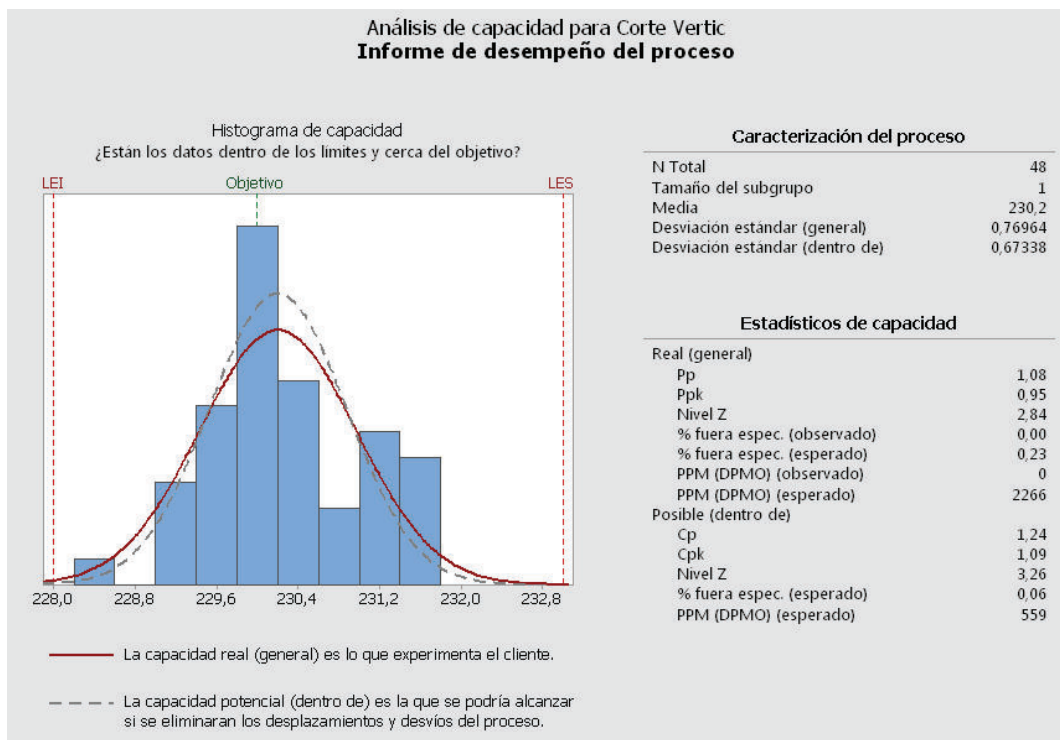


Figura 54– Gráfica capacidad de corte vertical

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la capacidad del antes y el después de hacer el mejoramiento del proceso de producción de agendas.

Tabla 24–Matriz de síntesis del estado actual de variables con mejoramiento

Variable	LIE	LSE	ANTES				CON MEJORAMIENTO			
			Cp.	Cpk	% Defectuos	ANTES PPM	Cp.	Cpk	% Defectuos	DESPUES PPM
Corte vertical	228	233	0,60	0,55	14,27%	83.333	1,24	1,09	0,23%	2.266
Corte horizontal	168	173	0,56	0,52	9,02%	83.333	1,19	1,07	0,22%	2.172
Cosido de agendas	15	65	0,60	0,5	14.27%	95.038	Proceso Eliminado			

Fuete: Empresa Gama Editores

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Los resultados de la fase medir revelaron que las variables: Corte horizontal y corte vertical, tenían variaciones se hizo el mejoramiento, obteniendo buenos resultados.
- Los resultados de la capacidad de las variables corte horizontal y corte vertical se mejoraron mediante la aplicación de la metodología seis sigma basado en la metodología DMAMC, pasando de $C_p = 0,56$ incremento a $C_p = 1.19$ y $C_p = 0.6$ incremento a $C_p = 1.24$ respectivamente. Generando en la empresa Gama Editores, ahorro en dólares y el tiempo de ciclo del proceso de producción de agendas se disminuyó.
- Las medidas de mejora requirieron análisis estadístico que identificó las características CTS, CTY y CTX y analizó las relaciones de múltiples variables para identificar las causas potenciales.
- El proceso en Gama Editores varia y afecta al resultado, es imposible dejar a un lado, presento ciertas variaciones en el sistema de medición (R&R)
- Con el plan de mejora se ahorra, costos, material y tiempo
- El proceso de cosido de agendas se eliminó, debido a los problemas que ocasionaba y a los desperdicios que generaba en promedio el 9%, el cual es alto.
- La generación de datos estadísticos, y el uso del programa Minitab 17 permitió realizar un análisis acertado sobre las variables de estudio, permitiendo explicar al gerente general de Gama Editores y a sus colaboradores con claridad para su aplicación en el resto de procesos.

5.2 RECOMENDACIONES

- Revisión trimestral de maquinaria y equipo para no tener problemas con el proceso de producción.

- El análisis de R&R evaluó el sistema en el corto tiempo validando su resultado solo para el presente estudio. El estudio de medición se lo debería hacer por lo menos cada semestre para monitorear la variación del proceso que dependerá del tipo de instrumentos, del uso, de la frecuencia de calibración.
- La participación y colaboración de Gama Editores Cia. Ltda. Es importante para que se articule mejoras y una nueva filosofía, con análisis estadísticos frecuentes.
- Realizar capacitaciones frecuentes sobre estadística y el manejo del programa estadístico.
- Base de datos estadística sobre defectos y desperdicios en el proceso de producción no solo para agendas, también para cuadernos y otro tipo de procesos.
- El éxito es tener datos confiables, no deben omitir los pasos para obtener datos aceptables, se debe tener un adecuado plan de muestreo documentado que involucre a todos los elementos descritos en el desarrollo del proceso.

REFERENCIAS

- Campanella, J. (2002). *Principios de los costos de calidad*. España: Díaz de Santos.
- Eckes, G. (2006). *El Six Sigma para todos*. Norma.
- Espinosa, J. (12 de diciembre de 2015). Fauna Comuna x. (P. Ramirez, Entrevistador)
- Finn, L. G., & Ritter, D. (2011). *The Six Sigma Memory Jogger II*.EUA: GOAL/QPC.
- Gama Editores, R. M. (2012). Historia de la Empresa GAMA EDITORES C.A. (pág. 200). Quito: Gama Editores.
- Gutiérrez Pulido, D. I. (2005). *Control estadístico de calidad y Seis Sigma*. México: McGraw-Hill.
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad total y productividad*.México: McGRAW- HILL.
- Harrington, J. (1994). *Mejoramiento de los Procesos de la Empresa* .Bogotá: Mc. Graw-Hill.
- Harry, M. (2000). *Six Sigma Breakthpugh Management*.E.U.A: Currency .
- Herrera, G. (2011). *Blog Seis Sigma*. Quito: <http://seisssigmas.blogspot.com/2011/08/manual-de-seis-sigma.html>.
- Ishikawa, K. (1985). *¿Qué es el Control Total de la Calidad?* México: Norma.
- Kim, p. (2005).
- Krajewski, L., & Ritzman, L. (2000). *Administración de operaciones*. México: Pearson Educación.
- Marín Diazaraque, J. (2006). *Diseño de Experimentos, Universidad Carlos III de Madrid*. <https://halweb.uc3m.es/esp/Personal/jmmarin/esp/Disenno/IntroDE.pdf>.
- Mendoza, J. M., & Mendoza, J. J. (2005). Hacia la cumbre de la calidad. Pensamiento & Gestión, Academic Search Complete. *Revista Científica Pensamiento y Gestion* .
- Novelo, S. (2001). *La calidad y la mejora continua*. México: Panorama.
- Pyzdek, T., & Keller, P. (2010/2011). *The Six Sigma Handbook*. New York: Mc Graw-Hill.
- Ronald, S. (2004). *Six Sigma and Competitive Advantage*.
- Wheat, B. (2003). *Seis Sigma. Una parábola sobre el camino hacia la excelencia y una empresa esbelta*. Bogotá: McGraw-Hill.

ANEXOS

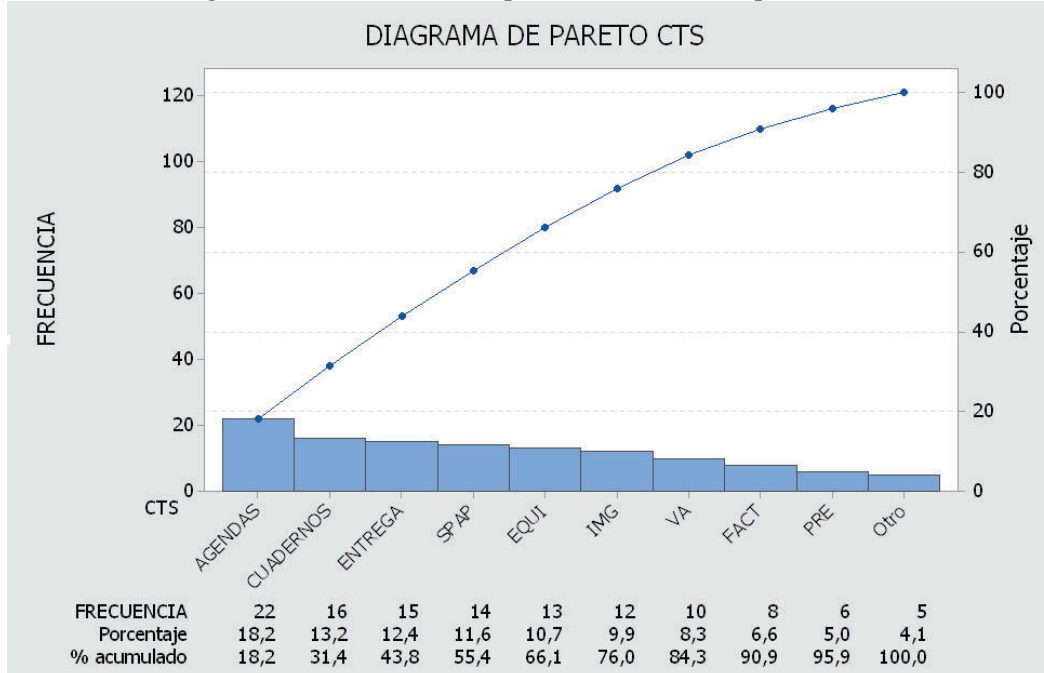
ANEXO A- Importancia de los componentes de satisfacción

NÚMERO	COMPONENTES DE SATISFACCIÓN	FRECUENCIA	F.RELATIVA
1	PRODUCTO (AGENDAS)	22	18%
2	PRODUCTO (CUADERNOS)	16	13%
3	ENTREGA	15	12%
4	SEVICIO PUERTA PUERTA	14	12%
5	EQUIPOS	13	11%
6	IMAGEN	12	10%
7	VALOR AGREGADO	10	8%
8	FACTURACIÓN	8	7%
9	PRECIOS	6	5%
10	SERVICIO TÉCNICO	5	4%
	TOTAL	121	100%

Fuente: Empresa Gama Editores

Elaborado por: Autor

ANEXO B -Diagrama de Pareto de la importancia de los componentes de satisfacción



Fuente: Empresa Gama Editores

ANEXO C -Tabla de verificación para productos con defectos

Defectos en subproceso	Frecuencia
Corte (Material mal cortado)	560
Costura (Cosido)	550
Definición de detalles	335
Grapado	221
Doblado	178
Alta Frecuencia 2	167
Serigrafía	99
Ensamblaje	82
Administración	53
Alta Frecuencia 1	26
Diseño	23
Offset	20

Fuente: Empresa Gama Editores

Elaborado por: Autor

ANEXO D -Calidad de corto y largo plazo en términos DPMO y el nivel de calidad sigma (Z)

Índice Cp	Calidad de corto plazo			Calidad de largo plazo con un movimiento de Z=1,5		
	Calidad en sigmas(z)	Porcentaje de la curva dentro de especificaciones	DPMO	Calidad en sigmas (Z)	Porcentaje de la curva dentro de especificaciones	DPMO
0,33	1	68,27	317300	-0,5	30,23	697700
0,67	2	95,45	45500	0,5	69,13	308700
1	3	99,73	2700	1,5	93,32	66807
1,33	4	99,9937	63	2,5	99,379	6210
1,67	5	99,999943	0,57	3,5	99,9767	233
2	6	99,9999998	0,002	4,5	99,99966	3,4

Fuente:Modificado (Gutiérrez Pulido & De la Vera, 2005)

ANEXO E - Valores del Cp. y su interpretación.

Valor del Índice Cp (corto plazo)	Clase o Categoría del proceso	Decisión (si el proceso está centrado)
Cp >= 2	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma
Cp > 1,33	1	Adecuado
1 < Cp < 1,33	2	Parcialmente adecuado. Requiere de un control estricto
0,67 < Cp < 1	3	No adecuado para el trabajo. Un análisis del proceso es necesario.
Cp < 0,67	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones serias

Fuente: Modificado (Gutiérrez Pulido, 2010, pág. 167)

ANEXO F - Índice Cp. en términos de piezas malas.

Valor del Índice (corto plazo)	Proceso con doble especificación (índice Cp)		Con referencia a una sola especificación (Cp)	
	% Fuera de las dos especificaciones	Parte por millón fuera	% Fuera de las dos especificaciones	Parte por millón fuera
0,2	54,8506%	548506,13	27,4253%	274253,065
0,3	36,8120%	368120,183	18,4060%	184060,0915
0,4	23,0139%	230139,463	11,5070%	115069,7315
0,5	13,3614%	133614,458	6,6807%	66807,229
0,6	7,1861%	71860,531	3,5931%	35930,2655
0,7	3,5729%	35728,715	1,7865%	17864,3575
0,8	1,6395%	16395,058	0,8198%	8197,529
0,9	0,6934%	6934,046	0,3467%	3467,023
1	0,2700%	2699,934	0,1350%	1349,967
1,1	0,0967%	966,965	0,0484%	483,4825
1,2	0,0318%	318,291	0,0159%	159,1455
1,3	0,0096%	96,231	0,0048%	48,1155
1,4	0,0027%	26,708	0,0014%	13,354
1,5	0,0007%	6,802	0,0004%	3,401
1,6	0,0002%	1,589	0,0001%	0,7945
1,7	0,0000%	0,34	0,0000%	0,17
1,8	0,0000%	0,067	0,0000%	0,0335

1,9	0,0000%	0,012	0,0000%	0,006
2	0,0000%	0,002	0,0000%	0,000

Fuente: Modificado (Gutiérrez Pulido & De la Vera, 2005, pág. 124)

ANEXO G -Factores para calcular la gráfica x-barra y gráfica R

Factores para calcular acotamientos tres sigma para la gráfica x-barra y gráfica R			
Tamaño de la muestra (n)	Factores para LCI y LCS para gráficas x-barra (A2)	Factor para LCI para gráficas R (D3)	Factor para LCS para gráficas R (D4)
2	1,88	0	3,267
3	1,023	0	2,575
4	0,729	0	2,282
5	0,577	0	2,115
6	0,483	0	2,004
7	0,419	0,076	1,924
8	0,373	0,136	1,864
9	0,337	0,184	1,816
10	0,308	0,223	1,777

Fuente: (Krajewski&Ritzman, 2000, pag.256)

ANEXO H -Datos y códigos para el diagrama de Pareto

CODIFICACIÓN	DEFECTO	DEFECTO	FRECUENCIA
MMC	Viene el material mal cortado, no se puede calibrar bien la máquina un poco dobla por las hojas y otro por los lados de las hojas.	MMC	570
HANCVVD	Los hilos azul, negro, café verde y vino se deshilan una o dos veces en una pasta, tengo que volver a hacer el proceso anterior.	HANCVVD	560
HCMD	El hilo color miel se deshila 2 o 3 veces en una pasta, tengo que sacar y volver a coser la parte afectada.	HCD	196
DDD	Definición de detalles (La numeradora no marca cantidades exactas).	DDD	335
FMT	Falta material al realizar un trabajo.	FMT	303
DACNCA	Se dobla el alambre cuando no calibro bien el alambre.	DACNCA	165
LMQS	Hay que limpiar los materiales que están sucios.	LMQS	80

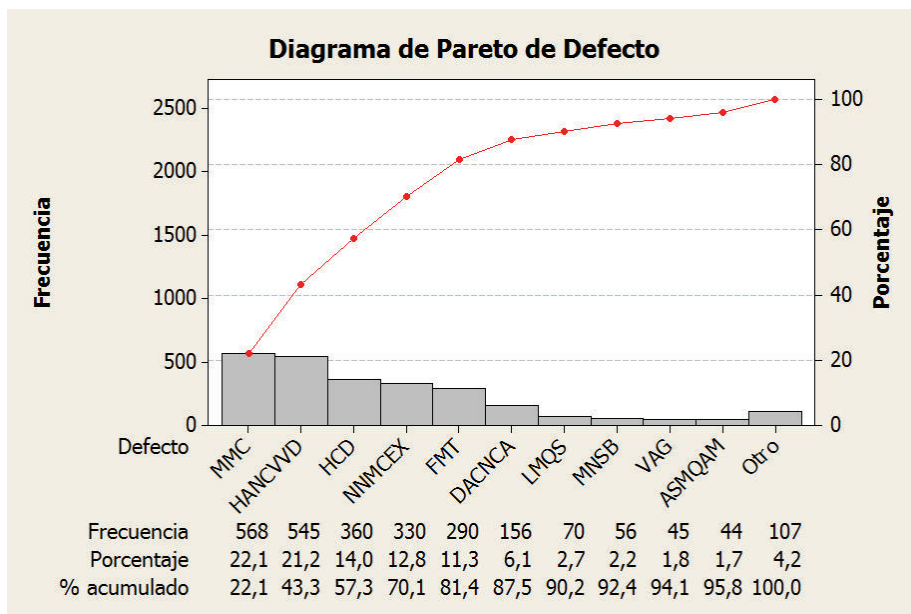
MNSB	La mesa no sube bien por ocasiones, sube demasiado y pasan las hojas de dos.
PAECC	Al poner la pega amarilla se entra en el contorno del cartón.
CDT	Cuando se dobló la agenda se arrugó mucho el material porque viene cargado de tinta.
ASMQAM	Cuando se acelera la máquina demasiado más de la mitad se des calibran los rodillos y se empieza a arrugar el material.
VAG	Cuando no se grapa en la mitad toca sacar las grapas y volver a grapar.
RCP	Yo cometo el error de no revisar las pastas para coser a veces están residuos de cartón o pega y se debe despegar.

MNSB	60
PAECC	50
CDT	50
ASMQAM	49
VAG	43
RCP	32
SUMAN	2664

Fuente: Empresa Gama Editores

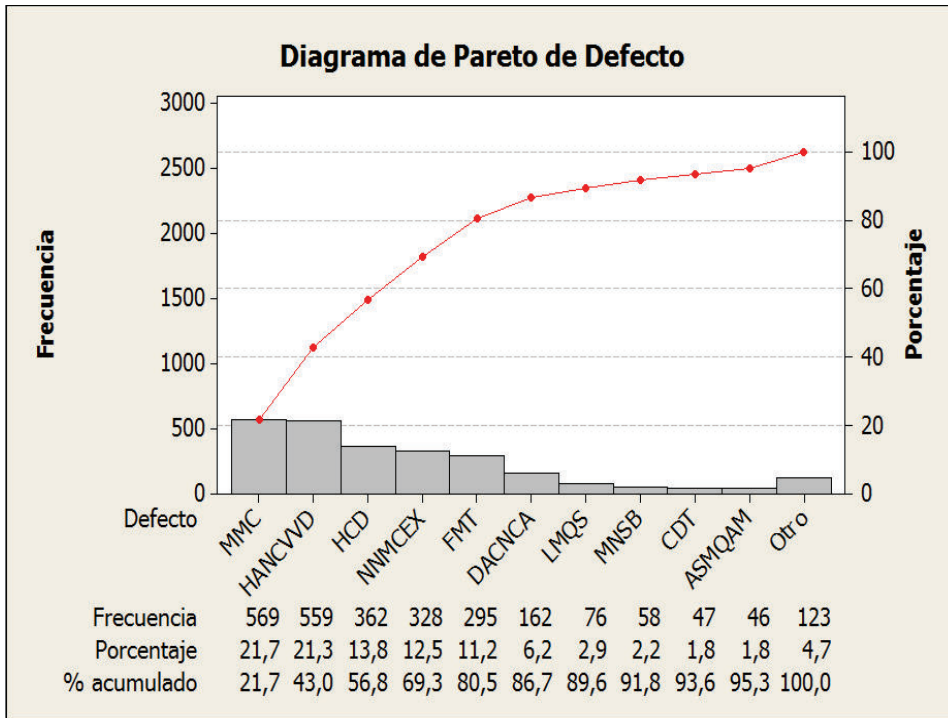
ANEXO I - Histórico de diagramas de Pareto correspondiente al mes de septiembre y octubre de 2013

Mes de Septiembre de 2013



Fuente: Empresa Gama Editores

Mes de octubre de 2013



Fuente: Empresa Gama Editores

ANEXO J - Plan de muestreo sistemático

Para las características CTX y CTY se realizó un muestreo sistemático, considerando que en el mes de noviembre del 2013 se produjeron alrededor de 13620 unidades.

PRODUCTO	PRODUCCIÓN		
	MES	SEMANA	DIA
AGENDA EMPRESARIAL	3347	837	120
AGENDA EJECUTIVA	4128	1032	147
AGENDA ECONÓMICA	3395	849	121
AGENDA JUNIOR	1667	417	60
TOTAL	13620	3405	486

Fuente: Empresa Gama Editores

Con lo que la producción diaria aproximada es de 486 agendas, de tal manera que el plan de muestreo establecido entre proveedores y Gama editores es de tres muestras al día, como se muestra a continuación:

$$N=486; n=3$$

La hora establecida para la toma de muestras fueron:

- 09h00
- 12h00
- 15h00

De igual manera a la semana se escogió cuatro días aleatorios, por mes se recolectaron datos de 16 días.

ANEXO K -Datos para el estudio de la capacidad y estabilidad (Corte vertical y horizontal), Septiembre 2013

No.	Elementos	Corte Vertical (Largo)	Corte Horizontal (Ancho)
1	1	230	169,3
	2	229,5	168
	3	232,4	170,6
2	1	228,8	171,3
	2	227,9	169,9
	3	231,5	171,4
3	1	230,7	168,9
	2	231,6	168,2
	3	230,4	165,5
4	1	228	169,7
	2	225,8	168,2
	3	229,2	169,3
5	1	229,8	170,3
	2	228,1	172,7
	3	232	168,3
6	1	228,7	174,2
	2	231,2	172,1
	3	233,4	174,1
7	1	232,9	172,3
	2	228,6	174,9
	3	229,5	172,3
8	1	230,3	167,5
	2	232,6	167,9
	3	228,8	175,6
9	1	229,4	169,9
	2	228	170,3
	3	230	174,3
10	1	231,8	175,2
	2	232	169,5
	3	231	166,8
11	1	232,3	168,9
	2	231,7	170,2
	3	231,8	174,4
12	1	231,5	172,5
	2	232,5	167,7

	3	231,2	170,4
13	1	230	174,3
	2	229,3	175,5
	3	228,4	172,4
14	1	228,9	171,6
	2	231,5	170,7
	3	231,7	174,3
15	1	232,2	174,5
	2	230,5	169,9
	3	230,6	169,4
16	1	227,8	168,5
	2	228,5	170,8
	3	228,9	174,2

Fuente: Empresa Gama Editores

ANEXO K1 -Datos para el estudio de la capacidad y estabilidad (Corte vertical y horizontal) Noviembre de 2014

No.	Elementos	Corte Vertical (Largo)	Corte Horizontal (Ancho)
1	1	230	170
	2	229,5	169,5
	3	230	170
2	1	231	171
	2	229,8	169,7
	3	231,5	171,7
3	1	229,7	169,8
	2	228,5	168,2
	3	229,4	169,5
4	1	229,5	169,5
	2	229,8	169,9
	3	229,2	169,3
5	1	229,8	169,8
	2	231	171
	3	229	169
6	1	230,9	171,5
	2	231,3	171,2
	3	230,2	170,1
7	1	231,1	171,3
	2	229,8	169,9
	3	230,5	170,5
8	1	230,3	170,3

	2	229,1	169,9
	3	231	171,1
9	1	229,4	169,9
	2	229,8	169,7
	3	230	170,3
10	1	231,2	171,2
	2	230,3	170,2
	3	230	170
11	1	230,2	170,3
	2	230,4	170,2
	3	230,7	170,7
12	1	230,5	170,5
	2	230,6	170,6
	3	230,5	170,4
13	1	230	170
	2	230	170,5
	3	230	170,2
14	1	229,5	169,4
	2	230	170
	3	231,6	171,3
15	1	231,5	171,5
	2	231,5	171,6
	3	231,6	171,7
16	1	229	169
	2	229,5	169,5
	3	229,9	169,9

Fuente: Empresa Gama Editores

ANEXO L -Datos para el estudio de capacidad de cosido de agendas (artículos defectuosos)

**DATOS HISTÓRICOS SEPTIEMBRE, OCTUBRE,
NOVIEMBRE 2013**

AGENDA EMPRESARIAL

MUESTRA O LOTE	TAMAÑO DE LOTE	DEFECTOS	PROPORCIÓN Pi
1	120	10	0,08
2	115	12	0,10
3	120	13	0,11
4	121	12	0,10
5	122	9	0,07
6	117	12	0,10
7	121	14	0,12
8	121	10	0,08
9	118	9	0,08

10	114	13	0,11
11	120	9	0,08
12	117	12	0,10
13	119	11	0,09
14	120	14	0,12
15	115	13	0,11
16	117	12	0,10
17	122	10	0,08
18	119	10	0,08
19	118	9	0,08
20	122	12	0,10
TOTAL	2378	226	9,52%

ANEXO M -Datos para calcular el porcentaje de desperdicios

AGENDA EJECUTIVA

MUESTRA O LOTE	TAMAÑO DE LOTE	DEFECTOS	PROPORCIÓN P _i
1	150	13	0,086666667
2	149	10	0,067114094
3	155	16	0,103225806
4	149	13	0,087248322
5	156	12	0,076923077
6	158	10	0,063291139
7	150	16	0,106666667
8	148	14	0,094594595
9	157	13	0,082802548
10	153	15	0,098039216
11	154	16	0,103896104
12	152	15	0,098684211
13	159	14	0,088050314
14	151	19	0,125827815
15	155	15	0,096774194
16	156	15	0,096153846
17	157	15	0,095541401
18	155	17	0,109677419
19	156	14	0,08974359
20	156	10	0,064102564
TOTAL	3076	282	9,18%

ANEXO N -Datos para calcular el porcentaje de desperdicios

AGENDA ECONÓMICA

MUESTRA O LOTE	TAMAÑO DE LOTE	DEFECTOS	PROPORCIÓN P _i
1	125	11	0,088
2	130	14	0,107692308
3	125	13	0,104
4	131	12	0,091603053
5	131	11	0,083969466
6	131	14	0,106870229
7	135	12	0,088888889
8	136	11	0,080882353
9	113	10	0,088495575
10	126	12	0,095238095
11	126	15	0,119047619
12	124	14	0,112903226
13	125	11	0,088
14	125	7	0,056
15	127	10	0,078740157
16	130	15	0,115384615
17	122	7	0,057377049
18	124	11	0,088709677
19	122	10	0,081967213
20	134	15	0,111940299
TOTAL	2542	235	9,23%

ANEXO O -Datos para calcular el porcentaje de desperdicios

AGENDA JUNIOR

MUESTRA O LOTE	TAMAÑO DE LOTE	DEFECTOS	PROPORCIÓN P _i
1	58	5	0,086206897
2	62	6	0,096774194
3	55	4	0,072727273
4	61	6	0,098360656
5	63	2	0,031746032
6	60	6	0,1
7	57	7	0,122807018
8	58	4	0,068965517
9	61	5	0,081967213
10	62	7	0,112903226
11	60	6	0,1
12	56	6	0,107142857

13	61	7	0,114754098	
14	57	6	0,105263158	
15	56	7	0,125	
16	61	5	0,081967213	
17	63	6	0,095238095	
18	64	6	0,09375	
19	59	4	0,06779661	
20	58	6	0,103448276	
TOTAL		1192	111	9,31%

Fuente: GAMA EDITORES

ANEXO P - Equipo y responsabilidades con respecto al proyecto

TÍTULO	NOMBRE	RESPONSABILIDAD
Gerente General	Oscar Reyes	Champion
Maestrante	Fausto Ibarra	Black Belt
Green Belt	Por definir	Green Belt
Gerente de Producción	Gabriela Tapia	TeamMember
Gerente de Calidad	Gloria Quishpe	TeamMember

Elaborado por: Fausto Ibarra

ANEXO Q -Datos para el estudio R&R sobre Corte Vertical (Largo)

No.	Partes	Operadores	Mediciones
1	1	Operador 1	225
2	2	Operador 1	220
3	3	Operador 1	229
4	4	Operador 1	233,25
5	5	Operador 1	232,37
6	6	Operador 1	228,5
7	7	Operador 1	230,37
8	8	Operador 1	228,87
9	9	Operador 1	225
10	10	Operador 1	220
11	1	Operador 2	225,25
12	2	Operador 2	219,25
13	3	Operador 2	225,5
14	4	Operador 2	232,5
15	5	Operador 2	231,75
16	6	Operador 2	227,97
17	7	Operador 2	230,15
18	8	Operador 2	228,75
19	9	Operador 2	225,25
20	10	Operador 2	219,25

21	1	Operador 1	225,75
22	2	Operador 1	219,75
23	3	Operador 1	226,25
24	4	Operador 1	231,75
25	5	Operador 1	230,25
26	6	Operador 1	227,55
27	7	Operador 1	229,75
28	8	Operador 1	228,47
29	9	Operador 1	225,75
30	10	Operador 1	219,75
31	1	Operador 2	226,25
32	2	Operador 2	221
33	3	Operador 2	228,25
34	4	Operador 2	231
35	5	Operador 2	232,53
36	6	Operador 2	230,6
37	7	Operador 2	229,25
38	8	Operador 2	227,68
39	9	Operador 2	226,25
40	10	Operador 2	221

Fuente: Empresa Gama Editores

ANEXO Q.1 - Resultados del estudio R&R sobre Subproceso de Corte Vertical (Largo)

Estudio R&R del sistema de medición - método ANOVA

R&R del sistema de medición para Mediciones

Nombre del sistema de medición: Corte Vertical (Largo)

Fecha del estudio: 2013

Notificado por:

Tolerancia:

Misc:

Tabla ANOVA de dos factores con interacción

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Partes	9	655,349	72,8165	162,243	0,000
Operadores	1	0,105	0,1051	0,234	0,640
Partes * Operadores	9	4,039	0,4488	0,404	0,918
Repetibilidad	20	22,211	1,1105		
Total	39	681,704			

α para eliminar el término de interacción = 0,25

Tabla ANOVA dos factores sin interacción

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Partes	9	655,349	72,8165	80,4447	0,000

Operadores	1	0,105	0,1051	0,1161	0,736
Repetibilidad	29	26,250	0,9052		
Total	39	681,704			

R&R del sistema de medición

Fuente	CompVar	%Contribución (de CompVar)
Gage R&R total	0,9052	4,79
Repetibilidad	0,9052	4,79
Reproducibilidad	0,0000	0,00
Operadores	0,0000	0,00
Parte a parte	17,9778	95,21
Variación total	18,8830	100,00

La tolerancia del proceso es = 5

Desv.Est.	Var. estudioestudio	%Tolerancia	%Var.	(VE/Toler)
Fuente	(DE)	(6 × DE)	(%VE)	
Gage R&R total	0,95141	5,7084	21,89	114,17
Repetibilidad	0,95141	5,7084	21,89	114,17
Reproducibilidad	0,00000	0,0000	0,00	0,00
Operadores	0,00000	0,0000	0,00	0,00
Parte a parte	4,24003	25,4402	97,57	508,80
Variación total	4,34546	26,0728	100,00	521,46

Número de categorías distintas = 6

R&R del sistema de medición para Mediciones

ANEXO R -Datos para el estudio R&R sobre Corte horizontal (Ancho)

No.	Partes	Operadores	Mediciones
1	1	Operador 1	170,1
2	2	Operador 1	166,32
3	3	Operador 1	173,12
4	4	Operador 1	176,33
5	5	Operador 1	175,67
6	6	Operador 1	172,76
7	7	Operador 1	174,16
8	8	Operador 1	173,029
9	9	Operador 1	170,1
10	10	Operador 1	166,32
11	1	Operador 2	170,28
12	2	Operador 2	165,75
13	3	Operador 2	170,47
14	4	Operador 2	175,77
15	5	Operador 2	175,2

16	6	Operador 2	172,35
17	7	Operador 2	173,99
18	8	Operador 2	172,94
19	9	Operador 2	170,29
20	10	Operador 2	165,75
21	1	Operador 1	170,66
22	2	Operador 1	166,13
23	3	Operador 1	171,04
24	4	Operador 1	175,2
25	5	Operador 1	174,07
26	6	Operador 1	172,028
27	7	Operador 1	173,69
28	8	Operador 1	172,73
29	9	Operador 1	170,67
30	10	Operador 1	166,13
31	1	Operador 2	171,05
32	2	Operador 2	167,07
33	3	Operador 2	172,56
34	4	Operador 2	174,64
35	5	Operador 2	175,78
36	6	Operador 2	174,33
37	7	Operador 2	173,31
38	8	Operador 2	172,12
39	9	Operador 2	171,05
40	10	Operador 2	167,07

ANEXO R.1 - Resultados del estudio R&R sobre Subproceso de Corte horizontal

Estudio R&R del sistema de medición - método ANOVA

R&R del sistema de medición para Mediciones

Nombre del sistema de medición: CORTE HORIZONTAL (ANCHO)

Fecha del estudio: 2013

Notificado por:

Tolerancia:

Misc:

Tabla ANOVA de dos factores con interacción

Fuente GL SC MC F P

Partes	9	374,624	41,6249	164,051	0,000
Operadores	1	0,057	0,0572	0,226	0,646
Partes * Operadores	9	2,284	0,2537	0,399	0,921
Repetibilidad	20	12,706	0,6353		
Total	39	389,671			

α para eliminar el término de interacción = 0,25

Tabla ANOVA dos factores sin interacción

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Partes	9	374,624	41,6249	80,5307	0,000
Operadores	1	0,057	0,0572	0,1107	0,742
Repetibilidad	29	14,990	0,5169		
Total	39	389,671			

R&R del sistema de medición

Fuente	CompVar	%Contribución (de CompVar)
Gage R&R total	0,5169	4,79
Repetibilidad	0,5169	4,79
Reproducibilidad	0,0000	0,00
Operadores	0,0000	0,00
Parte a parte	10,2770	95,21
Variación total	10,7939	100,00

El límite inferior de tolerancia del proceso es = 169

Desv.Est.	Var. estudioestudio	%Tolerancia	%Var.	
Fuente	(DE)	(6 × DE)	(%VE)	(VE/Toler)
Gage R&R total	0,71895	4,3137	21,88	84,56
Repetibilidad	0,71895	4,3137	21,88	84,56
Reproducibilidad	0,00000	0,0000	0,00	0,00
Operadores	0,00000	0,0000	0,00	0,00
Parte a parte	3,20578	19,2347	97,58	377,05
Variación total	3,28541	19,7124	100,00	386,42

Número de categorías distintas = 6

R&R del sistema de medición para Mediciones

ANEXO S -Las matrices de priorización para cada criterio se muestran a continuación:
Matriz de priorización del criterio defectos de bajo costo

Criterio 1 VS. Alternativas					
Defectos de bajo costo	A	B	C	Suma	Porcentaje.
A Costura		3	5	8	29%
B Corte (Material mal cortado)	7		7	14	50%
C Definición de detalles	3	3		6	21%
			Total	28	100%

Elaborado por: Autor

Matriz de priorización del criterio de facilidad en la implementación

Criterio 2 VS. Alternativas

Facilidad en la implementación		A	B	C	Suma	Porcentaje.
A	Costura		7	5	12	43%
B	Corte (Material mal cortado)	5		7	12	43%
C	Definición de detalles	1	3		4	14%
				Total	28	100%

Elaborado por: Autor

Matriz de priorización del criterio de accesibilidad a información

Criterio 3 VS. Alternativas

Accesibilidad a información		A	B	C	Suma	Porcentaje.
A	Costura		5	3	8	29%
B	Corte (Material mal cortado)	7		5	12	43%
C	Definición de detalles	5	3		8	29%
				Total	28	100%

Elaborado por: Autor

Matriz de priorización del criterio etapa crítica del proceso

Criterio 4 VS. Alternativas

Etapa crítica del proceso		A	B	C	Suma	Porcentaje.
A	Costura		7	3	10	36%
B	Corte (Material mal cortado)	7		3	10	36%
C	Definición de detalles	3	5		8	29%
				TOTAL	28	100%

Elaborado por: Autor

Matriz de priorización del criterio reducido costo de mantenimiento

Criterio 5 VS. Alternativas

Reducido costo de mantenimiento		A	B	C	Suma	Porcentaje.
A	Costura		7	5	12	43%
B	Corte (Material mal cortado)	7		5	12	43%
C	Definición de detalles	1	3		4	14%
				TOTAL	28	100%

Elaborado por: Autor

ANEXO T- Modelo de la orden de encuadernación



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

ORDEN DE ENCUADERNACIÓN

De acuerdo con lo estipulado en el Art. 17 del instructivo para la Aplicación del Reglamento del Sistema de Estudios, dictado por la Comisión de Docencia y Bienestar Estudiantil el 9 de agosto del 2000, y una vez comprobado que se han realizado las correcciones, modificaciones y más sugerencias realizadas por los miembros del Tribunal Examinador al informe del proyecto de titulación (ó tesis de grado) presentado por **NOMBRE COMPLETO DEL ESTUDIANTE**.

Se emite la presente orden de empastado, con fecha mes día del año.

Para constancia firman los miembros del Tribunal Examinador:

NOMBRE	FUNCIÓN	FIRMA
	Director	
	Examinador	
	Examinador	

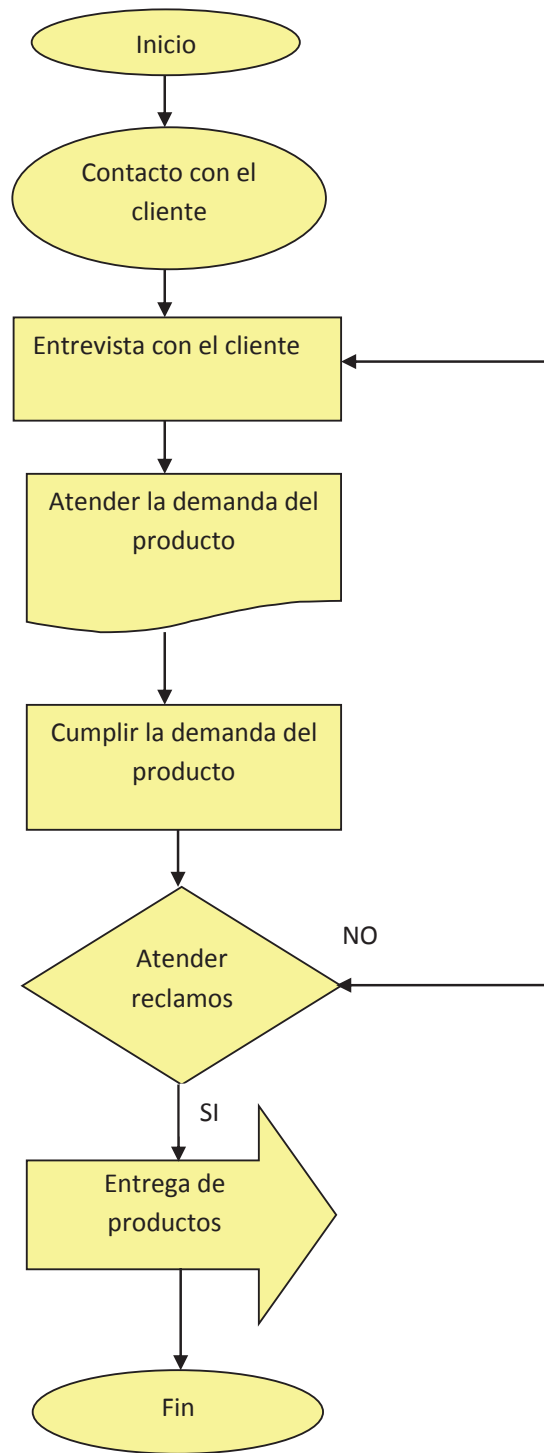
Ing. Nombre del Decano
DECANO

ANEXO U - Matriz de actividades.

No .	ACTIVIDADES	RECURSOS	MP O	COSTO	RESPONSABLE
1	Contacto con el cliente.	Humano	6'	0,09	Jefe Comercial
2	Entrevista con cliente	Humano	4'	0,06	Jefe Comercial
3	Atender la demanda del producto	Humano	7'	0,08	Jefe Comercial
4	Cumplir con la demanda del producto	Humano	8'	0,09	Jefe Comercial
5	Atender reclamos	Humano	4'	0,06	Jefe Comercial
6	Entrega de productos	Humano	8'	0,05	Jefe Comercial
TOTAL			37'	0,43	






Fuente: Guía Gerencia de Calidad

ANEXO V - Diagrama de flujo del proceso de servicio al cliente



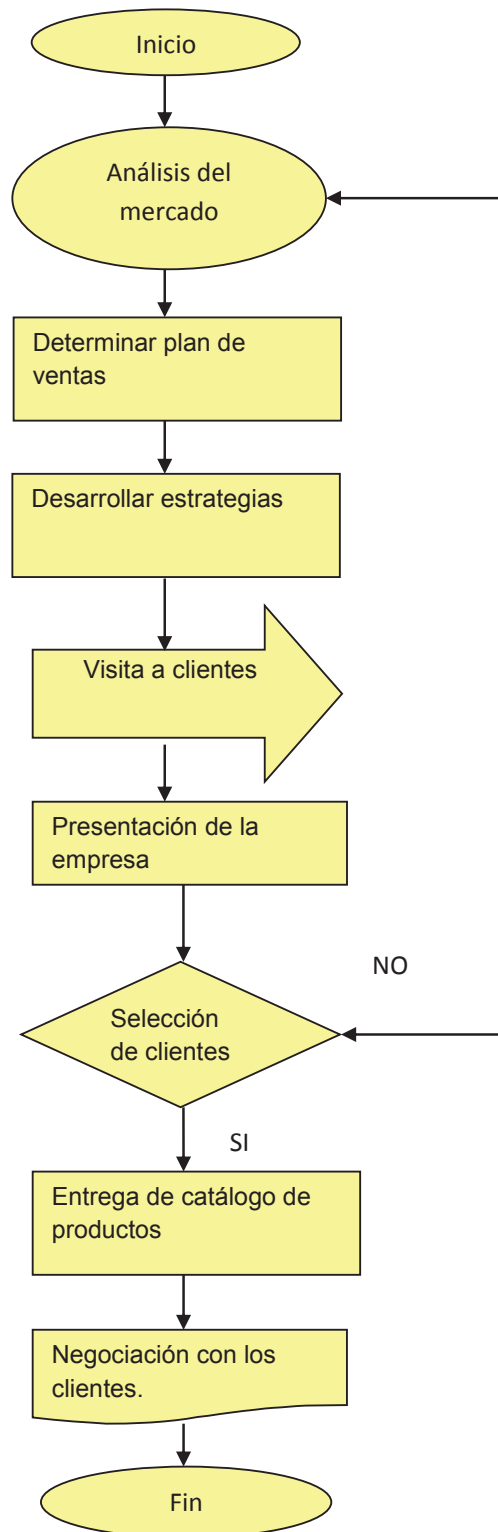
Fuente: Gama Editores

ANEXO W - Proceso de Marketing

No.	ACTIVIDADES	RECURSOS						TIEMPO	COSTO	RESPONSABLE
1	Análisis del mercado	Humano	●					10'	0,19	Jefe Comercial
2	Determinar plan de ventas	Humano		●				12'	0,06	Jefe Comercial
3	Desarrollar estrategias	Humano		●				10'	0,08	Jefe Comercial
4	Visita a clientes	Humano					●	8'	0,08	Jefe Comercial
5	Presentación de la empresa	Humano		●				10'	0,09	Jefe Comercial
6	Selección de clientes	Humano					●	8'	0,06	Jefe Comercial
7	Entrega de catálogo de productos	Humano		●				7'	0,07	Jefe Comercial
8	Negociación con los clientes.	Humano					●	9'	0,06	Jefe Comercial
TOTAL								74'	0,69	












Fuente: Gama Editores

ANEXO X - Diagrama de flujo del proceso de marketing.



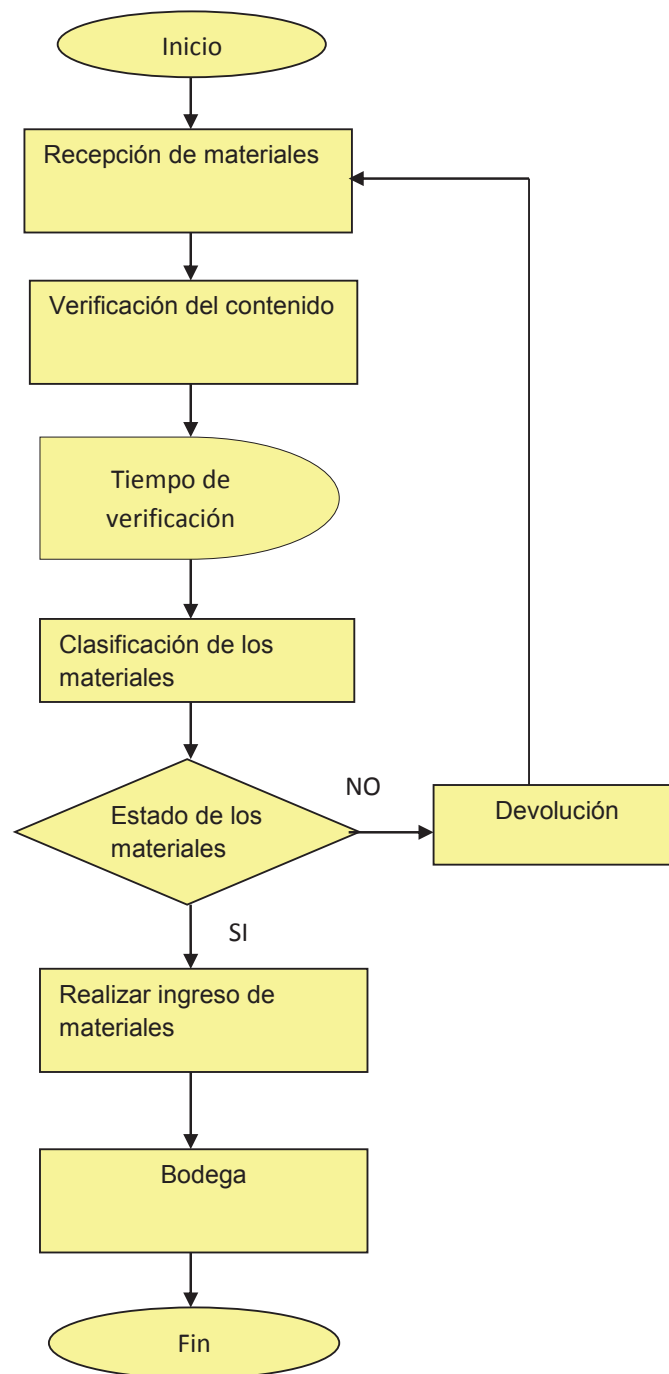
Fuente: Gama Editores

ANEXO Y - Proceso de Adquisiciones

No.	ACTIVIDADES	RECURSOS					TIEMPO	COSTO	RESPONSABLE
1	Recepción de materiales	Humano					10'	0,09	Bodeguero
2	Verificación del contenido	Humano					6'	0,12	Bodeguero
3	Tiempo de verificación	Humano					10'	0,25	Bodeguero
4	Clasificación de los materiales	Humano					30'	0,15	Bodeguero
5	Estado de los materiales	Humano					12'	0,06	Bodeguero
6	Devolución	Humano					20'	0,08	Bodeguero
7	Realizar ingreso de materiales	Humano					5'	0,04	Bodeguero
8	Bodega	Humano					18'	0,06	Bodeguero
TOTAL							1,11'	0,85	






Fuente: Gama Editores

ANEXO Z - Diagrama de flujo del proceso de adquisiciones.



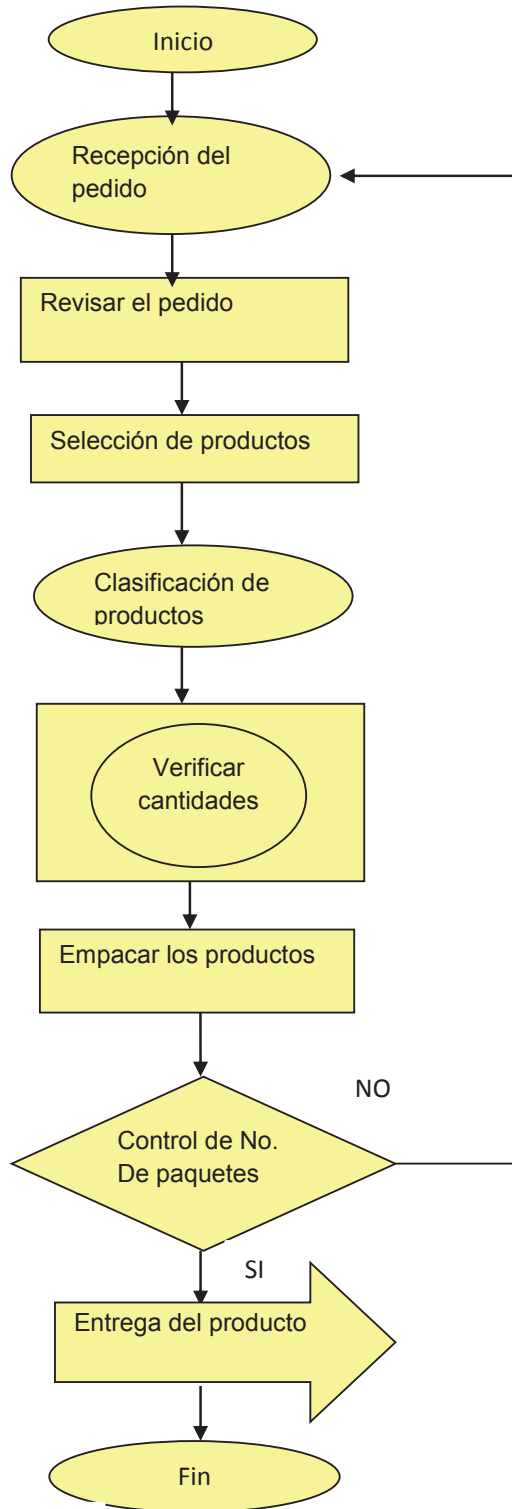
Fuente: Gama Editores

ANEXO AA - Proceso de Ventas

No.	ACTIVIDADES	RECURSOS						TIEMPO	COSTO	RESPONSABLE
1	Recepción del pedido	Humano	●					2'	0,09	Jefe Comercial
2	Revisar el pedido	Humano		●				3'	0,04	Bodeguero
3	Selección de productos	Humano		●				28'	0,10	Bodeguero
4	Clasificación de productos	Humano	●					20'	0,08	Bodeguero
5	Verificar cantidades	Humano Tecnológico			●			15'	0,09	Bodeguero
6	Empacar los productos	Humano		●				12'	0,08	Vendedor - Chofer
7	Control de No. De paquetes	Humano				●		8'	0,04	Jefe Comercial
8	Entrega del producto	Humano					●	10'	0,06	Vendedor - Chofer
TOTAL								0,98'	0,58	

Fuente: Gama Editores

ANEXO BB - Diagrama de flujo del proceso de ventas.



Fuente: Gama Editores

ANEXO CC - Mejoramiento tecnológico

MAQUINARIA	UTILIDAD	VALOR	RESPONSABLE
Perforadora doble O.	Fabricación de cuadernos anillados.	\$ 9.000	Gerente
MAC	Diseño Gráfico	\$ 1.800	Gerente
Impresora Xerox	Pruebas de color para offset	\$ 4.500	Gerente
GTO 46 Heidelberg	Impresión en formato A3	\$ 16.000	Gerente