



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA INDUSTRIAL**

**CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO
DE PRODUCCIÓN TEXTIL EN LA EMPRESA "FERTEX"**

ANDREA ESTEFANÍA MORENO MORALES

DIRECTOR: MSc. ANDRÉS RODOLFO CRUZ HERRERA

IBARRA, JULIO 2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DEL CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	100447245-0	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	Andrea Estefanía Moreno Morales	
DIRECCIÓN:		Cotacachi- Quiroga	
EMAIL:		aemorenom@utn.edu.ec	
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0997265722

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Control Estadístico de la Calidad para mejorar la productividad del proceso de producción textil en la empresa "Fertex"
AUTOR (ES):	Andrea Estefanía Moreno Morales
FECHA:	
PROGRAMA	<input checked="" type="checkbox"/> Pregrado <input type="checkbox"/> Posgrado
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Industrial
ASESOR DIRECTOR:	/ MSc. Andrés Rodolfo Cruz Herrera



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Andrea Estefanía Moreno Morales, con cédula de identidad Nro. 100447245-0, en calidad de autora y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

En la ciudad de Ibarra, 04 de julio de 2018

AUTORA:

Andrea Estefanía Moreno Morales
C.C: 100447245-0



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CESION DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE
LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo Andrea Estefanía Moreno Morales, con cédula de identidad Nro. 100447245-0, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN TEXTIL EN LA EMPRESA “FERTEX”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERA INDUSTRIAL** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, 04 de julio de 2018

AUTORA:

Andrea Estefanía Moreno Morales

C.C: 100447245-0



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CESION DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE
LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo Andrea Estefanía Moreno Morales, con cédula de identidad Nro. 100447245-0, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN TEXTIL EN LA EMPRESA “FERTEX”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERA INDUSTRIAL** en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autora me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, 04 de julio de 2018

AUTORA:

Andrea Estefanía Moreno Morales

C.C: 100447245-0



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CERTIFICACIÓN DEL ASESOR

Ingeniero Andrés Rodolfo Cruz Herrera Director de Trabajo de Grado desarrollado por la señorita estudiante **ANDREA ESTEFANÍA MORENO MORALES**.

CERTIFICA

Que, el Proyecto de Trabajo de grado titulado **“CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN TEXTIL EN LA EMPRESA “FERTEX”**, ha sido elaborado en su totalidad por la señorita estudiante **Andrea Estefanía Moreno Morales**, bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniera Industrial. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

Ibarra, 19 de junio de 2018

MSC. ANDRÉS RODOLFO CRUZ HERRERA
DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen María, por guiar mi camino, por darme la fortaleza para seguir adelante, y por las bendiciones que me conceden en que cada momento de mi vida.

A mis padres, Jorge y Gladys, por su amor incondicional, por su dedicación, por su paciencia, por ser mi aliento, por estar a mi lado siempre apoyándome, por todo el esfuerzo que hacen día a día por mi bien, son mi mayor ejemplo de lucha y mi mayor orgullo.

A mis hermanos, Lis, Andy y Jaz, mis pequeños, a ustedes por alegrar mis días con sus ocurrencias, por estar pendientes de mí y motivarme con sus palabras.

A una persona especial Kevin, que ha estado conmigo de principio a fin, por ser mi soporte, por ayudarme en lo que ha podido, por motivarme y por su amor.

Andrea Estefanía Moreno Morales



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgen María por haberme ayudado y guiado a culminar una meta tan importante en mi vida, por darme la valentía y perseverancia para luchar por cada objetivo que me he propuesto. Sin su bendición nada sería posible.

A mis padres, por su constancia, por el gran esfuerzo que han hecho por sacarme adelante, por sus consejos, por ser mi ejemplo y estar incondicionalmente para mí.

A mis hermanos por estar para mí cuando los necesito, por ser mi apoyo.

A esa persona especial por estar pendiente de cada paso que doy en mi vida, por estar conmigo en las buenas y malas, por su paciencia y dedicación.

A mis amigos que me han apoyado tanto.

A Fernando Orellana, Gerente Propietario de Fertex por abrirme las puertas, y apoyarme en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A los ingenieros: Andrés Cruz, Patricio Ortega y Karla Negrete por su asesoría en el desarrollo del presente trabajo.

Estoy segura que esto solo es el comienzo de una vida llena de triunfos, que con la bendición de Dios y mis padres, llegaré muy lejos, no importa las veces que falle, la esencia está en aprender de los errores, y levantarse con mayor fuerza, solo un gran luchador obtiene victoria.

Las palabras sobran para agradecerles por tanto, Dios les pague.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación se desarrolló con la finalidad de mejorar los procesos de producción, y a su vez aumentar la productividad de la empresa, mediante la aplicación del control estadístico de la calidad el cual es un eje muy importante en la gestión de una sociedad, ya que a través de herramientas estadísticas permite definir, analizar y controlar las acciones que se ejecutan en el proceso. Para complementar el estudio, utilizamos la metodología MICEPS que relaciona los requerimientos del cliente, con los procesos productivos involucrados, lo cual es muy esencial para mejorar y tener éxito en las gestiones dentro de la empresa.

La ejecución del trabajo de titulación inicia en el capítulo I, donde se detalla el planteamiento del problema, objetivo general y objetivos específicos, alcance y justificación de la investigación.

En el capítulo II se fundamentó el marco teórico, se definió conceptos básicos de calidad, estadística, y se sustentó información de la metodología MICEPS, lo cual es base para la realización del trabajo de investigación.

Posteriormente en el capítulo III se realiza el diagnóstico situacional de la empresa, en este punto se estableció los procesos productivos involucrados en la confección de la prenda, así mismo se calculó la productividad inicial, y por otra parte se identificó el área crítica, en la cual nos enfocamos y finalmente se detalló el desarrollo de la metodología MICEPS

Para concluir en el capítulo IV se aplicó el control estadístico de la calidad mediante el cumplimiento de las fases que consiste la metodología MICEPS, dentro de las 6 fases, se diseñó un plan de acción y puntos de control en el proceso, que permiten mejorar los puntos críticos, y por ende contribuir a la mejora de los procesos, y aumentar la productividad, generando ganancias para la empresa.

ABSTRACT

This research was developed with the aim of improving production processes, and raising the productivity of the company, through the application of the statistical quality control, which is a very important axis in the management one society, already that through statistical tools allow you to define, analyze and control the actions that are executed in the process. In order to complement the study, we use the MICEPS methodology that relates to the requirements of the customer, with the production processes involved, which is essential to improve and succeed in efforts within the company.

The execution of the work of degree begins in the first chapter, detailing the specific approach of the problem general purpose and objectives, scope and rationale for there search.

In chapter II, the theoretical framework was based, was defined basic concepts of quality, statistics, and was based information of the MICEPS methodology, which is the basis for the realization of the research work.

Later in chapter III is the Situational diagnosis of the company, at this point was established production processes involved in the manufacture of the garment, was also calculated initial productivity, and on the other hand the area identified he criticizes, in which we focus and was finally detailed the development of the MICEPS methodology

Conclusion in chapter IV applied the statistical control of quality through the fulfillment of stages consisting of the MICEPS methodology, within the 6 phases, we designed an action plan and control points in the process, allowing to improve the points critical, and thus contribute to the improvement of processes, and increase productivity, generating profits for the company.

ÍNDICE

Páginas

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.	ii
CESION DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.	Error! Bookmark not defined.
DECLARACIÓN	Error! Bookmark not defined.
CERTIFICACIÓN DEL ASESOR.	Error! Bookmark not defined.
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE	xi
INDICE DE FIGURAS	xv
INDICE DE TABLAS	xviii
INDICE DE ANEXOS	xx
CAPITULO 1	1
1. GENERALIDADES	1
1.1 PROBLEMÁTICA	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	2
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 ALCANCE	4
CAPITULO 2	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD	6
2.2 ETAPAS DE LA CALIDAD	7
2.2.1 LA CALIDAD POR INSPECCIÓN	7
2.2.2 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	8
2.2.3 CALIDAD TOTAL	9
2.3 DEFINICIONES BÁSICAS	10
2.3.1 CALIDAD	10
2.3.2 SATISFACCIÓN DEL CLIENTE	10
2.3.4 PROCESO	12

2.3.5	PRODUCTIVIDAD	13
2.3.5.1	PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL	13
2.3.5.2	VARIACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD	13
2.3.6	VARIACIÓN DE PROCESO	14
2.3.7	FUENTES DE VARIACIÓN	14
2.3.8	ESTADO CONTROL ESTADÍSTICO	15
2.4	CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD	15
2.5	HERRAMIENTAS DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD	16
2.5.1	TORMENTA DE IDEAS (BRAINSTORMING)	17
2.5.2	EL DIAGRAMA DE PARETO	18
2.5.3	HOJA DE VERIFICACIÓN (OBTENCIÓN DE DATOS)	20
2.5.4	DIAGRAMA DE DISPERSIÓN	21
2.5.5	DIAGRAMAS DE PROCESOS	22
2.5.5.1	DIAGRAMA DE FLUJO	22
2.5.5.2	MAPA DE PROCESOS	23
2.5.5.3	SIPOC	25
2.6	LAS 6M'S DE LA CALIDAD	27
2.7	PRUEBA Z	29
2.8	GRÁFICO DE CONTROL ESTADÍSTICO	29
2.9	MUESTREO Y POBLACIÓN	32
2.9.1	MUESTREO	32
2.9.2	POBLACIÓN	32
2.9.3	NIVEL DE CONFIANZA	32
2.10	ÍNDICES DE CAPACIDAD DE PROCESOS	33
2.10.1	INDICE DE CAPACIDAD POTENCIAL Cp	33
2.10.2	ÍNDICE POTENCIAL Cr	35
2.10.3	INDICE CAPACIDAD REAL DEL PROCESO (cpk, cpi, cps)	35
2.11	METODOLOGÍA MICEPS	37
2.11.1	FASE 1: ANÁLISIS DE PROCESO	38
2.11.2	FASE 2: IDENTIFICACIÓN DE CTS (PUNTOS CRÍTICOS)	39
2.11.3	FASE 3: CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE INFLUENCIAS VARIABLE – PROCESO	39
2.11.4	FASE 4: CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE INFLUENCIAS CTS - VARIABLES DE PROCESO	39
2.11.5	FASE 5: ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA EN EL PROCESO (AMEF) 40	

2.11.6	FASE 6: DISEÑO DE PUNTOS DE INSPECCIÓN Y CONTROL EN EL PROCESO	40
CAPITULO 3	42
3.	DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	42
3.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DE FERTEX	42
3.1.1	ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	42
3.1.2	DATOS GENERALES	42
3.1.2.1	MISIÓN	43
3.1.2.2	VISIÓN	43
3.1.2.3	PRINCIPIOS Y VALORES	44
3.1.2.4	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	44
3.1.2.5	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	45
3.1.2.6	PRINCIPALES CLIENTES	46
3.1.2.7	PROVEEDORES	46
3.2	PROCESOS MACRO MESO Y MICRO.....	47
3.2.1	MAPA DE PROCESOS.....	47
3.2.1.1	INVENTARIO DE PROCESOS.....	48
3.2.2	FLUJOGRAMA DE LA EMPRESA FERTEX	49
3.2.3	DIAGRAMA SIPOC GENERAL DE LA EMPRESA	51
3.2.4	DESCRIPCION DE LOS PROCESOS.....	52
3.2.4.1	PROCESO DE DISEÑO	52
3.2.4.2	PROCESO DE CORTE.....	56
3.2.4.3	PROCESO DE CONFECCIÓN.....	59
3.2.4.4	ACABADOS	61
3.2.4.5	PROCESO DE EMPAQUE	61
3.3	VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DE FERTEX	63
3.4	IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN CRÍTICA	65
3.5	METODOLOGÍA DEL PROYECTO	67
3.5.1	PRIMERA FASE: ANÁLISIS DE PROCESO	68
3.5.2	SEGUNDA FASE: IDENTIFICACIÓN DE CTS (CRÍTICOS DE SATISFACCIÓN PARA EL CLIENTE).....	69
3.5.3	TERCERA FASE: CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE INFLUENCIAS VARIABLE-PROCESO	69
3.5.4	CUARTA FASE: CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE INFLUENCIAS CTS-VARIABLES DE PROCESO	70
3.5.5	QUINTA FASE: ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA EN EL PROCESO	71

3.5.6 SEXTA FASE: DISEÑO DE PUNTOS DE CONTROL EN EL PROCESO	74
CAPITULO 4.	77
4 ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	77
4.1 PRIMERA FASE: ANÁLISIS DE PROCESO	77
4.1.1 FLUJOGRAMA PROCESO DE CORTE.....	77
4.1.2 DIAGRAMA SIPOC.....	79
4.2 SEGUNDA FASE: IDENTIFICACIÓN DE CTS (CRÍTICOS DE SATISFACCIÓN PARA EL CLIENTE).....	81
4.3 TERCERA FASE: COSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE INFLUENCIAS VARIABLE-PROCESO.....	86
4.3.1 ETAPAS DE LA LINEA DE PRODUCCIÓN (CORTE)	86
4.3.2 VARIABLES DE PROCESO PRESENTES EN LAS ETAPAS DE CORTE	87
4.4 CUARTA FASE: CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE INFLUENCIAS CTS- VARIABLES DE PROCESO	88
4.5 QUINTA FASE: ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA EN EL PROCESO 91	
4.5.1 POSIBLES MODOS DE FALLO, EFECTO Y CAUSAS DE FALLO, MÉTODO DE DETECCIÓN.....	91
4.5.2 PRIORIZACIÓN DE LOS MODOS DE FALLO	93
4.5.3 ACCIONES DE MITIGACIÓN O MEJORA.....	94
4.5.4 PLAN DE ACCIÓN.....	95
4.6 SEXTA FASE: DISEÑO DE PUNTOS DE INSPECCIÓN Y CONTROL EN EL PROCESO	97
4.6.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS Z	100
4.6.2 CARTAS DE CONTROL DE MEDIAS (\bar{X} -R)	103
4.6.3 INDICE DE CAPACIDAD (cp).....	104
4.6.4 RESUMEN ÍNDICE DE CAPACIDAD ACTUAL DE L1 UTILIZANDO EL SOFTWARE MINITAB.....	107
4.6.5 MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN TEXTIL DESPUÈS DE APLICAR EL PLAN DE ACCIÓN ESTABLECIDO.....	109
4.6.5.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS Z	110
4.6.5.2 CARTAS DE CONTROL DE MEDIAS (\bar{X}) Y RANGOS DESPUÈS DE EJECUTAR PLAN DE ACCIÓN	112
4.6.5.3 ÍNDICE DE CAPACIDAD DESPUÈS DE EJECUTAR PLAN DE ACCIÓN ...	114
4.7 CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD DESPUÈS DE EJECUTAR PLAN DE ACCIÓN	115
4.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	117
4.8.1 CONCLUSIONES.....	117
4.8.2 RECOMENDACIONES.....	119

BIBLIOGRAFÍA	120
ANEXOS	123

INDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Línea de tiempo de evolución de la calidad	7
Figura 2. Pasos para definir CTQ del cliente.....	11
Figura 3. Tormenta de Ideas	18
Figura 4. Diagrama de Pareto	20
Figura 5. Hoja de verificación	21
Figura 6. Diagrama de Dispersión	22
Figura 7. Diagrama de Flujo.....	23
Figura 8. Mapa de Procesos.....	25
Figura 9. Diagrama SIPOC.....	26
Figura 10. Variabilidad de un proceso.....	27
Figura 11. Variabilidad de un proceso.....	28
Figura 12. Carta de Control	30
Figura 13. Carta \bar{X}	31
Figura 14. Carta R.....	31
Figura 15. Interpretación índice de capacidad de proceso.....	35
Figura 17. Estructura Organizacional de la empresa Fertex	45
Figura 18. Propuesta de mapa de procesos Fertex.....	47
Figura 19. Flujograma del proceso de producción de la empresa Fertex	50
Figura 20. Propuesta de SIPOC Proceso de producción de la prenda	51
Figura 22. Modelo Sara en AUDACES.....	53

Figura 23. Modelos conjuntos deportivos.....	54
Figura 24. Diagrama SIPOC Diseño.....	55
Figura 25. Diagrama de Proceso Diseño	55
Figura 26. Tendido.....	56
Figura 27. Trazado	57
Figura 28. Corte	57
Figura 29. SIPOC Corte.....	58
Figura 30. Diagrama Proceso Corte.....	58
Figura 31. SIPOC Confección	59
Figura 32 . Confección.....	60
Figura 33. Diagrama de Procesos-Confección	60
Figura 34. SIPOC Empaque.....	62
Figura 35. Empaque- Producto Final	62
Figura 36 Diagrama de Procesos Empaque-Control de Calidad	63
Figura 37. Criterios y puntuaciones para la severidad.....	72
Figura 38. Criterios para la calificación de la probabilidad de ocurrencia	73
Figura 39. Probabilidad de detección	73
Figura 40. Flujograma del área de corte	78
Figura 41 SIPOC Subproceso Corte	80
Figura 42. Diagrama de Pareto de las variables.....	90
Figura 43. Matriz AMEF	92
Figura 44. Diagrama de Pareto-Modo Falla	93
Figura 45. Gráfica de distribución	102
Figura 46. Gráfica L1 (chompa)	104
Figura 47. Informe Capacidad proceso L1	107

Figura 48. Gráfica de distribución	111
Figura 49. Comparación Capacidad proceso-Antes-Después.....	113
Figura 50. Informe mejora capacidad	114
Figura 51. Lluvia de ideas-operaria diseño.....	124
Figura 52. Lluvia de ideas-operarias confección	125
Figura 53. Lluvia de ideas-operaria empaque.....	126
Figura 54. Entrevista-Operario producción	127
Figura 55. Entrevista-Ventas	128
Figura 56. Entrevista Clientes externos-Quito.....	129
Figura 57. Entrevista clientes externos-Ambato.....	130
Figura 58. Conjunto SARA, talla 4.....	131
Figura 59. Toma de medidas L1	131
Figura 60. Toma de medidas A1	132
Figura 61. Toma de muestras de variables determinadas	132
Figura 62. Variable L1 pantalón	135
Figura 63. Variable A1 Pantalón	135
Figura 64 . Capacidad de proceso L1-pantalón	136
Figura 65. Capacidad de proceso A3-pantalón.....	137

INDICE DE TABLAS

	Páginas
Tabla 1 Datos generales de la empresa	43
Tabla 2 Cargos Y Funciones	45
Tabla 3 Número de operarios.....	46
Tabla 4 Clientes de Fertex	46
Tabla 5 Proveedores de Fertex.....	46
Tabla 6 Inventario de procesos	49
Tabla 7 Medidas chompa (cm).....	52
Tabla 8 Medida pantalón (cm).....	53
Tabla 9 Volumen de Producción Semanal "Fertex"	64
Tabla 10 Datos para Cálculo Productividad	64
Tabla 11 Matriz de priorización de área crítica	67
Tabla 12 Criterios de Puntajes	70
Tabla 13 Variables del conjunto deportivo	74
Tabla 14 Críticos de satisfacción de los clientes internos.....	82
Tabla 15 Críticos de satisfacción de los clientes externos	83
Tabla 16 CTS de los clientes internos y externos	85
Tabla 17 Variables presentes en cada sub-proceso (etapa).....	87
Tabla 18 Matriz CTS.....	89
Tabla 19 Desarrollo Diagrama de Pareto	93
Tabla 20 Modo de Fallos priorizados	94
Tabla 21 Plan de acción	96
Tabla 22 Métricos según efecto de falla	97
Tabla 23 Puntos de Inspección.....	98

Tabla 24 Actividades para la recolección de datos	99
Tabla 25 Chompa- Valores Variable L1	101
Tabla 26 Especificaciones VOC	101
Tabla 27 Índices de capacidad variable L1	108
Tabla 28 Resultado de índices de capacidad de las variables de estudio.....	109
Tabla 29 Muestras chompa L1-Despuès de ejecutar Plan de Acción.....	110
Tabla 30 Resultado de índices de capacidad de las variables de estudio.....	115
Tabla 31 Productividad después de ejecutar Plan de Acción.....	115
Tabla 32 Muestreo L2-Pantalón.....	133
Tabla 33 Muestreo A3-Pantalón	134

INDICE DE ANEXOS

	Páginas
ANEXO I LLUVIA DE IDEAS	124
ANEXO II ENTREVISTA A CLIENTES INTERNOS-EXTERNOS	127
ANEXO III MUESTREO DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO	131
ANEXO IV CARTAS DE CONTROL DE MEDIAS (\bar{X} -R) DE LAS VARIABLES L2-A3 (PANTALÓN)	135
ANEXO V INFORME DE CAPACIDAD DE VARIABLES DEL CONJUNTO DEPORTIVO SARA	136
ANEXO VI VISITA TÉCNICA EMPRESA FERTEX	138

CAPITULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 PROBLEMÁTICA

En la actualidad la Actividad Textil del Ecuador con 174.125 puestos de trabajo, representa el 21 % del porcentaje total que produce la industria manufacturera, siendo considerada una importante fuente generadora de empleo, ya que contribuye de manera significativa al sector Industrial y Manufacturero. Es por ello que todas las empresas modernas saben que hoy en día deben ejecutar procesos y procedimientos estandarizados, para lograr un buen nivel de calidad lo cual es fundamental para el éxito de sus gestiones. En la era de la calidad total, las herramientas y métodos del control estadístico de la calidad son indispensables para el mejoramiento de la calidad en el marco de Sistemas de Gestión de Calidad. (Quintana, 2014)

“Fertex” es una empresa textil que se encuentra en el mercado desde Septiembre del 2015, está ubicada en San Antonio de Ibarra, se dedica a la confección y comercialización de conjuntos deportivos para niñas y niños de 1 a 12 años, en las tallas 1, 2, 4, 6 8, 10, 12 y 14, a partir de tejido fleece¹ perchado, fue creada con el fin de brindar un producto novedoso, de calidad y excelencia en el mercado, obteniendo una gran demanda en el mercado nacional, cumpliendo así, con todas las expectativas y necesidades del cliente en cuanto al producto que ofrecen, como puede ser medidas de la prenda, calidad de tela, diseño, entre otras, y a su vez fomentar el desarrollo socio económico de la parroquia, actualmente la empresa tiene una gran acogida en el mercado, ya que sus ventas cada vez se han ido incrementando hasta en un 2%, y tienen

¹ Fleece.- Imitación de tela en lana, pero sintética, de gran aislamiento térmico.

un mínimo índice de devoluciones en cuanto a los pedidos, además que gracias a la constante innovación de sus productos tienen la aceptación de los clientes en otras ciudades como Ambato y Quito.

En la visita realizada como diagnóstico preliminar en la empresa textil “Fertex” junto con el Gerente Propietario se pudo evidenciar la falta de control de calidad dentro de los procesos productivos, lo que conlleva a la baja productividad de la empresa, a causa de los reprocesos, tiempos muertos y retrasos en los pedidos, que ésta problemática genera en la empresa.

La productividad de “Fertex” hace 1 año aproximadamente era alrededor del 80%, pero debido a la falta de control de calidad, ésta ha reducido en un 5%, generando pérdidas en la empresa Fertex, y por ende incidiendo de manera negativa en los procesos de producción y por tanto en la calidad del producto terminado.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

- Mejorar la productividad del proceso de producción textil de la empresa “Fertex” a través del Control Estadístico de la Calidad.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer las bases teóricas que se determinen en el presente proyecto de investigación, para la aplicación del control estadístico de la calidad.
- Determinar el diagnóstico actual de la empresa, y a su vez la productividad del proceso de producción textil.
- Elaborar un plan de acción para mejorar la productividad de los procesos de producción.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En el Ecuador las empresas textiles ocupan un espacio protagónico en el sector industrial, debido a su influyente aporte dentro del mercado laboral, ya que, según estimaciones de la Asociación de Industrias Textiles del Ecuador (AITE), la industria genera alrededor de 50.000 plazas de empleo directas y más de 200.000 indirectas lo que lo ha llevado a ser el segundo sector manufacturero que más mano de obra emplea luego del sector de alimentos, bebidas y tabacos. (AITE, 2013)

Por ello, la industria textil debe enfocarse en el éxito de sus gestiones, mediante el mejoramiento de la eficiencia y productividad en los procesos de producción textil, para cumplir con las exigencias dentro del mercado, y a su vez mantener su posición en el ámbito económico.

“Fertex” es una empresa textil que tiene una gran acogida dentro del mercado, porque sus productos son novedosos ante sus clientes, pero como se ha mencionado anteriormente debido a la falta de control en sus procesos, la empresa ha presentado problemas como reprocesos debido a errores por parte de operarios, como de maquinaria, lo cual además causa tiempos muertos en los procesos, generando pérdidas económicas en la empresa, por lo que se va a proceder a realizar un control estadístico de la calidad en el proceso de producción, para mejorar la productividad de la empresa.

El planteamiento de la investigación se justifica en el Plan Nacional de Desarrollo (2017 – 2021), ya que actualmente la industria textil busca mejorar la calidad de sus procesos, para brindar productos de excelencia a la población, específicamente se basará en el *Eje 1: Economía al Servicio de la Sociedad, objetivo 4 (Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria)*

Política 5.1 “Generar trabajo y empleo dignos fomentando el aprovechamiento de las infraestructuras construidas y las capacidades instaladas”.

Política 5.2 “Promover la productividad, competitividad y calidad de los productos nacionales, como también la disponibilidad de servicios conexos y otros insumos, para generar valor agregado y procesos de industrialización en los sectores productivos con enfoque a satisfacer la demanda nacional y de exportación”. (Senplades, 2017)

Por lo que en respuesta a este lineamiento se cree conveniente el estudio del control estadístico de la calidad que tiene como objetivo mejorar los procesos textiles de la empresa y por ende la productividad de la empresa, basándose en la metodología MICEPS ya que ésta tiene una efectiva articulación entre los requerimientos del cliente y los sistemas de producción, lo cual es muy importante dentro de una empresa, porque mejora la calidad del servicio prestado, dentro de esta metodología se utilizará herramientas estadísticas, las cuales permitirán establecer criterios para medir, detectar y corregir variaciones que puedan afectar a la calidad del producto.

Esta investigación tecnológica tendrá como principal y directo beneficiario a la empresa ya que se logrará impactos positivos, debido a la mejora en los procesos de producción y por ende en sus productos, que cumplirán con los más altos estándares de calidad, brindando al cliente satisfacción y confiabilidad en el producto.

1.4 ALCANCE

El alcance del presente trabajo está encaminado a determinar la situación actual de la empresa textil “Fertex- San Antonio de Ibarra”, identificando cada uno de los procesos productivos involucrados en el área de producción, específicamente en el proceso de corte, en la línea de conjuntos deportivos para niña en la talla 4, y proponer un plan de

acción para mejorar la productividad de la empresa, brindando un producto de calidad, y a su vez evitando pérdidas económicas a nivel general de la empresa.

CAPITULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1 EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD

Según (Prieto, 2013) La calidad como factor inherente a la actividad humana ha existido desde siempre, con un nivel de desarrollo más o menos intenso según las necesidades y circunstancias; para los estudiosos de la calidad, su primera mención se hace en el Génesis (primer libro de la Biblia), al narrar la creación del mundo en seis días. Según el texto bíblico, al final de cada día y una vez terminada su obra “Dios veía que era bueno”.

En el año 2.150 antes de Cristo, el código de Hammurabi hace referencia a la calidad de construcción de las casas cuando dice “si un albañil ha construido una casa y, no siendo está suficientemente sólida, se hunde y mata a sus ocupantes, el albañil deberá ser ejecutado”.

En la tumba de Rekh-Mi-Re descubierta en Tebas (Egipto) y datada en el año 1.450 antes de Cristo apareció lo que muchos consideran el tratado más antiguo de calidad, en este grabado se describe cómo un inspector egipcio procede a comprobar la perpendicularidad de un bloque de piedra con ayuda de una cuerda y bajo la atenta mirada de un cantero (se ha descubierto que los aztecas de América Central procedían de forma similar).

A través de los datos recolectados se puede decir que la calidad es un indicador que permite conocer el grado de excelencia de un producto (bien o servicio), que ha existido desde tiempos remotos, y hoy en día es un factor indispensable en una empresa, ya que si existe buena calidad, hay buena productividad. En la figura 1 se presenta la evolución de la calidad.

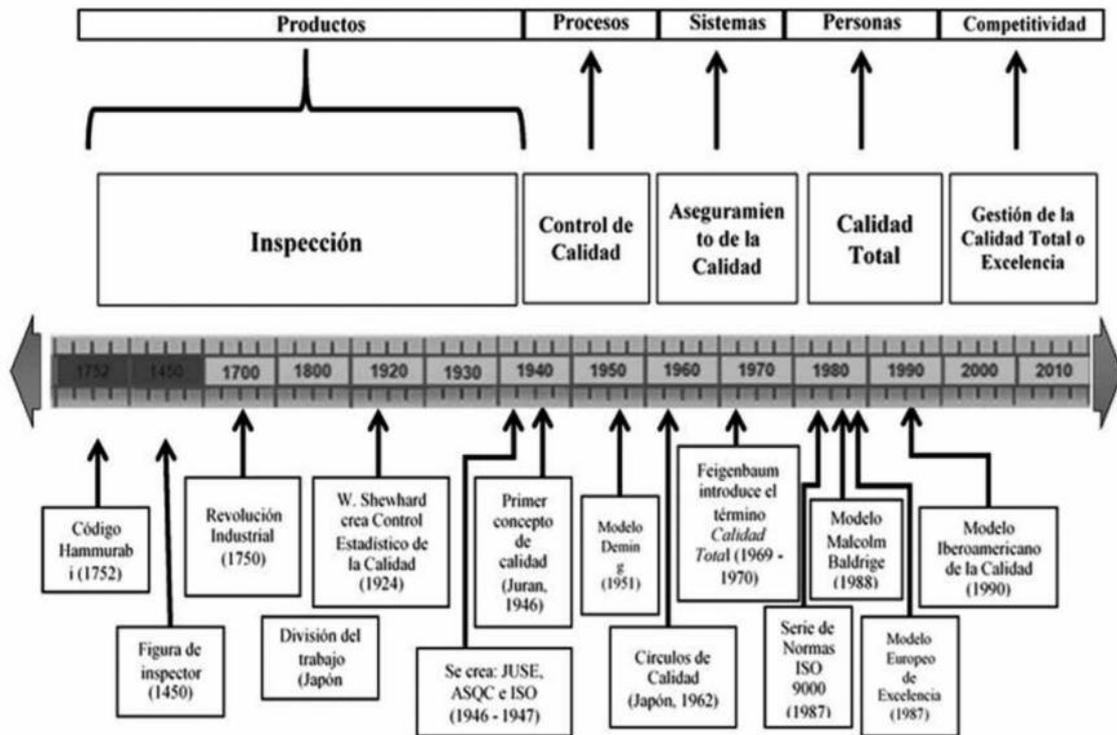


Figura 1. Línea de tiempo de evolución de la calidad
Fuente: (Saumeth, Afanador, Ospino, & Barraza, 2012)

2.2 ETAPAS DE LA CALIDAD

2.2.1 LA CALIDAD POR INSPECCIÓN

El control de calidad abarca todas las fases del proceso productivo, desde los primeros análisis de la materia prima utilizada, hasta la revisión completa del producto listo para ser comercializado.

Son muchos los casos en los que por no haber detectado previamente alguna insuficiencia en la cadena productiva, los fabricantes se han visto obligados a retirar del mercado lotes enteros de su producción, a veces incluso tras haber sido vendidos, ocasionando así una enorme pérdida de beneficio. Por eso, las grandes industrias son cada vez más conscientes de este problema y buscan la mayor efectividad en los

controles de calidad, empleando técnicas como la del valor AQL o Nivel de Calidad Aceptable. (Simplify, 2013)

En la calidad por inspección aparecen los inspectores de calidad. La calidad se centra en la detección de los productos defectuosos y en cómo establecer normas que los productos deben cumplir antes de salir a la venta.

La calidad por inspección ha tenido una gran evolución, como se detalla a continuación:

- Revolución industrial: Inspección.
- Control estadístico: 1930
- Aseguramiento de la calidad: 1950
- Calidad como elemento estratégico: 1980
- Calidad en el servicio como generador de competencias distintivas: 2000 a la fecha. (López, 2017)

La evolución de la calidad por inspección nos muestra la gran importancia que ésta tiene en el campo de producción, por lo que es necesario innovar para mejorar cada vez más sus procesos.

2.2.2 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

El aseguramiento de la calidad nace como una evolución natural del control de calidad, que resultaba limitado y poco eficaz para prevenir la aparición de defectos. Para ello, se hizo necesario crear sistemas de calidad que incorporasen la prevención como forma de vida y que, en todo caso, sirvieran para anticipar los errores antes de que estos se produjeran. Un sistema de calidad se centra en garantizar que lo que ofrece una organización cumple con las especificaciones establecidas previamente por la empresa y el cliente, asegurando una calidad continua a lo largo del tiempo. (EAFIT)

El aseguramiento de la calidad es un sistema que pone el énfasis en los productos, desde su diseño hasta el momento de envío al cliente, y concentra sus esfuerzos en la definición de procesos y actividades que permiten la obtención de productos conforme a unas especificaciones. Sus objetivos son: Que no puedan llegar al cliente productos o servicios defectuosos; y evitar que los errores se produzcan de forma repetitiva. (Píqueres)

2.2.3 CALIDAD TOTAL

Según (AEC, 2018) La calidad total se entiende como la aplicación de los principios de la gestión de la calidad al conjunto de actividades y personas de la organización, no sólo a la realización del producto o servicio que se entrega al cliente.

De esta manera, el enfoque al cliente se dirige también al cliente interno por lo cual la organización debe perseguir la satisfacción del cliente de sus productos y servicios y también la satisfacción de los empleados. De igual modo, la mejora continua no se dirige únicamente a la mejora de los procesos productivos sino a la mejora de todos los procesos de la organización.

Armand Feigenbaum fue el primero que habló de control de calidad total, en los años 50, destacando que las actividades de control de calidad no eran responsabilidad del área de calidad sino de toda la organización. La calidad total es el concepto sobre el que se desarrollan los modelos de excelencia.

En la actualidad, la calidad total (Total Quality Management, TQM) es una nueva forma de Gestión de la Calidad que tiene como objetivo administrar las actividades y mejoramiento de la calidad en la organización completa. (Dionisio, 2014)

2.3 DEFINICIONES BÁSICAS

A continuación, se va a definir conceptos previos necesarios para el desarrollo de presente proyecto de titulación.

2.3.1 CALIDAD

La calidad es un factor estratégico básico en todos los sectores de actividad de las empresas actuales, y simultáneamente tiene una relación directa con costes operativos, beneficios y productividad. (Prieto, 2013)

La calidad consiste en aquellas características de producto que se basan en las necesidades del cliente y que por eso brindan satisfacción del producto. (Juran, 1988)

Según (Sellé, 2015) existen 3 tipos de calidad y los define de la siguiente manera:

Calidad objetiva, consiste en hacer bien lo que se hace, tanto si ellos significan “cero defectos”, como si se trata de cumplir ciertas tolerancias;

Calidad subjetiva, consiste en hacer las cosas al gusto del cliente, por lo que es sinónima de satisfacción del cliente.

Calidad rentable; la empresa debe establecer una gestión de la calidad que le permita rentabilizar su esfuerzo a través de una mejora en los resultados empresariales.

2.3.2 SATISFACCIÓN DEL CLIENTE

Percepción del cliente sobre el grado en que se han cumplido sus requisitos. Incluso cuando los requisitos del cliente se han acordado con el mismo y éstos han sido cumplidos, esto no asegura necesariamente una elevada satisfacción del cliente. (UNE, 2005)

La satisfacción del cliente es la base de los sistemas de gestión de la calidad. Los clientes necesitan productos y servicios que satisfagan sus necesidades y expectativas. Los requisitos del cliente pueden estar especificados por el cliente de forma contractual o pueden ser determinados por la propia organización, pero, en cualquier caso, es finalmente el cliente el que determina la aceptabilidad del producto. (AEC, 2018)

2.3.3 CARACTERÍSTICA DE CALIDAD

Según (Pachacama, 2011) La característica de calidad conocido también como CTQ (Critical To Quality), es un atributo o característica de calidad de un producto o servicio que es importante bajo la expectativa del cliente, se podría decir que es aquel que define la calidad de un producto o de un servicio. Un CTQ en cualquier producto, proceso o servicio es aquella característica que satisface un requerimiento clave para el cliente o el proceso.

Los atributos más importantes de un CTQ es que vienen trasladados directamente de la voz del cliente (VOC, de las siglas en ingles de Voice Of Customer) y esto nos da un panorama completo de las necesidades del cliente. En la figura 2 se observa tres pasos que nos ayudan a definir los CTQs del cliente.

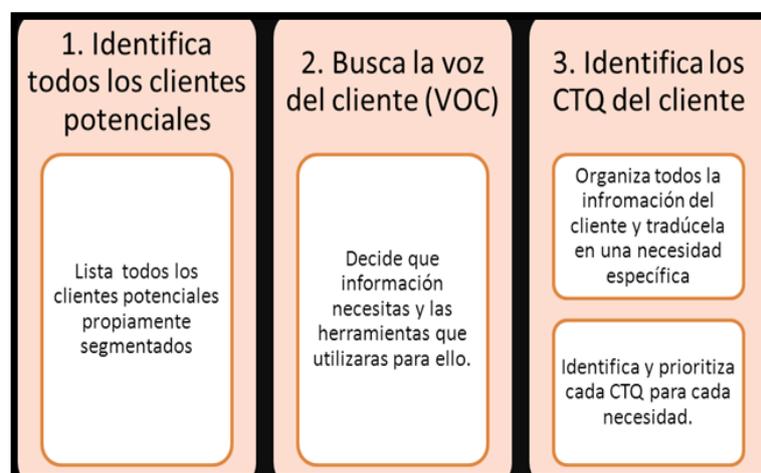


Figura 2. Pasos para definir CTQ del cliente
Fuente: (Jiménez Heriberto Felizzola, 2014)

La CTQ puede ser medido como datos de variable discreta (atributos) o datos de variable continua, es decir, en el caso de datos de variable continua se expresa como un número en una escala de medición continua; mientras que en el caso de datos de atributos se asume valores numéricos discretos, por ejemplo, puede ser expresado como dos valores, conforme o no conforme, o también puede ser expresado como resultado de contar el número de defectos que aparecen en una unidad, etc.

2.3.4 PROCESO

Un proceso es un conjunto de actividades planificadas que implican la participación de un número de personas y de recursos materiales coordinados para conseguir un objetivo previamente identificado. Se estudia la forma en que el Servicio diseña, gestiona y mejora sus procesos (acciones) para apoyar su política y estrategia y para satisfacer plenamente a sus clientes y otros grupos de interés. (ROIG, 1998)

Conjunto de actividades secuenciales o paralelas que ejecuta un productor, sobre un insumo, le agrega valor a este y suministra un producto o servicio para un cliente externo o interno. (Agudelo, 2012)

Como lo mencionan los autores Agudelo y Roig un proceso, es un conjunto de actividades ordenadas y que tiene relación entre sí, con la finalidad de obtener un producto (bien o servicio) final. En el presente proyecto de investigación, estableceremos los procesos productivos de la empresa, detallando las actividades que se realizan para de conocer el desempeño y funcionamiento de la misma.

2.3.5 PRODUCTIVIDAD

Se afirma con gran convicción y deformación de la realidad, que “la productividad es el medidor inapelable de los niveles salariales.”

Sobre el particular, diremos que la Organización Internacional del Trabajo (OIT) define la productividad como la relación entre lo producido y lo insumido. La generalidad de semejante afirmación no sólo tienta, sino que impele a las mentes deductivas a establecer la existencia de diferentes clases de productividad. (Mendoza, 2013)

2.3.5.1 PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL

Es el cociente que resulta entre la producción final y 3 factores que están involucrados en el desarrollo de un proceso y la generación de los resultados”. (Ruiz, 2013)

La fórmula se presenta en la ecuación 1.

$$\mathbf{Productividad} = \frac{\mathbf{unidades\ producidas}}{\mathbf{MO+CIF+MP}} \quad \mathbf{Ecuación\ 1}$$

2.3.5.2 VARIACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

La variación de la productividad representa el grado porcentual en que este indicador aumenta o disminuye dentro del proceso estudiado. Para su cálculo se emplea la siguiente ecuación 2:

$$\mathbf{Productividad} = \left(\frac{\mathbf{Productividad\ final}}{\mathbf{Productividad\ inicial}} - \mathbf{1} \right) * \mathbf{100} \quad \mathbf{Ecuación\ 2}$$

Esta fórmula constituye el análisis de la variación entre la productividad final y la productividad inicial del proceso.

2.3.6 VARIACIÓN DE PROCESO

Según (Dionisio, 2014) Todo proceso administrativo o de fabricación tiene variación. Se tiene dos tipos de variación: La variación por causa común (Es natural en el proceso tal y se pueden predecir de manera cuantitativa, objetiva y parcial) y la variación por causa especial (Este tipo de variación se presenta de manera espontánea y es completamente imposible de predecir).

La variación es generada por la interacción de los elementos, materiales, máquinas, mano de obra, mediciones, medio ambiente y/o métodos. Estos elementos determinan de manera global el comportamiento de un proceso.

2.3.7 FUENTES DE VARIACIÓN

Según (Dionisio, 2014) Permite hacer referencia a los tipos de causas que producen variación. Todo proceso, independiente de lo adecuado que sea su diseño, presenta dos fuentes de variación.

- Causa Especial

Son causas que provocan gran influencia en los procesos (patrones en los datos).

La variación que se produce es inesperada. Sus efectos desaparecen al eliminar las causas. Pueden ser identificadas a través del arte, intuición o cualitativamente.

- Causa Común

Son causas inherentes al proceso (Están presentes siempre en el proceso). Su influencia es pequeña y producen variaciones aleatorias que se deben al azar.

Puede calcularse aproximadamente usando teoría de probabilidades. Ejemplos: Procedimiento inapropiado, pobre diseño, etc.

2.3.8 ESTADO CONTROL ESTADÍSTICO

Es cuando la variabilidad del proceso está afectada solamente por un sistema constante de causas comunes. Si además de las causas comunes aparecen causas especiales, se dice que el proceso está fuera de control estadístico. (Dionisio, 2014)

Según (Montgomery, 2013) para considerar realizar un gráfico de control para variable continua o variable discreta (atributo) se necesita como mínimo tener un proceso aproximadamente estacionario.

Un proceso estacionario requiere como mínimo tres condiciones básicas:

- Media aproximadamente constante.
- Desviación estándar aproximadamente constante.
- Auto correlación aproximadamente cero.

2.4 CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD

Según (Villamizar, 2013) el “Control Estadístico de la Calidad” como la aplicación de diferentes técnicas estadísticas a procesos industriales (mano de obra, materias primas medidas, máquinas y medio ambiente), procesos administrativos y/o servicios con objeto de verificar si todas y cada una de las partes del proceso y servicio cumplen con unas ciertas exigencias de calidad y ayudar a cumplirlas, entendiendo por calidad “la aptitud del producto y/o servicio para su uso.

La aplicación de técnicas estadísticas al control está basada en el estudio y evaluación de la variabilidad existente en cualquier tipo de proceso que es principalmente el objeto de la Estadística.

Las fuentes que producen la variabilidad objeto de estudio en la Estadística, se clasifica en “variabilidad controlada” o “corregible” que no entra dentro de nuestro campo pero si es posible detectarla por causar una variabilidad muy grande (ajuste incorrecto de la máquina, errores humanos, siendo posible eliminar la causa o causas que la han producido, y la “variabilidad debida al azar”, también denominada “variabilidad no controlable que no puede ser asignada a una causa única sino al efecto combinado de otras muchas.

OBJETIVOS DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD

- Detectar rápidamente la ocurrencia de variabilidad debida a causas asignables.
- Investigar la(s) causa(s) que la han producido y eliminarla(s).
- Informar de ella para la toma de decisión oportuna, pues de lo contrario se producirían gran cantidad de unidades de calidad no aceptable, originando una disminución de la capacidad productiva e incremento de costos del producto terminado (supervisor).
- Eliminar, si es posible, o al menos reducir al máximo la variabilidad del proceso.

ESTADÍSTICA

La estadística es la ciencia que estudia cómo debe emplearse la información y cómo dar una guía de acción en situaciones prácticas que entrañan incertidumbre. (Gutierrez, 2013)

2.5 HERRAMIENTAS DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD

Las herramientas y métodos del Control Estadístico de la Calidad son el soporte para el análisis y solución de problemas de toda empresa. Permite asegurar la calidad del servicio o del producto.

El objetivo principal de las herramientas y métodos estadísticos es reducir la variación y determinar si el proceso está actuando de acuerdo a los estándares definidos.

En conjunto, las herramientas y métodos del control estadístico de la calidad, permiten conocer, discutir y completar el análisis de los posibles problemas de calidad en el proceso.

Es importante promover la implementación de las herramientas y métodos del Control Estadístico en el marco de un Sistema de Gestión de la Calidad determinado y apropiado por la empresa o institución. (Dionisio, 2014)

2.5.1 TORMENTA DE IDEAS (BRAINSTORMING)

Es una técnica de grupo para generar ideas originales en un ambiente relajado. Esta herramienta fue creada en el año 1941 por Alex Osborn, cuando su búsqueda de ideas creativas resultó en un proceso interactivo de grupo no estructurado que generaba más y mejores ideas que las que los individuos podían producir trabajando de forma independiente; dando oportunidad de sugerir sobre un determinado asunto y aprovechando la capacidad creativa de los participantes.

Ayuda a las personas que tienen diferentes perspectivas para llegar a gran cantidad de ideas en un corto período de tiempo. Esta técnica fue inventada antes que ninguna otra por lo que también se conoce como "la madre de las técnicas de generación de ideas". (Rios, 2011) .

En la figura 3 se muestra la representación de la tormenta de ideas.

	IDEA 1	IDEA 2	IDEA 3	IDEA 4	IDEA 5
PRODUCCIÓN					
¿Quieres realizar esta idea de negocio?					
¿Es posible producir este producto en tu distrito/región?					
¿Cuentas con disponibilidad de local?					
¿Tus competidores pueden copiar fácilmente tu producto/ servicio?					
¿Puedes tener colaboradores (Trabajadores) con salario aceptable?					
¿Puedes contar con colaboradores capacitados?					
¿Puedes contar con los equipos o maquinarias para el producto/ servicio?					
¿Puedes adaptar el producto/servicio a las necesidades de tus clientes potenciales?					

Figura 3. Tormenta de Ideas
Fuente (Gutierrez, 2013)

2.5.2 EL DIAGRAMA DE PARETO

Gráfico de barras que ayuda a identificar prioridades y causas, ya que se ordenan por orden de importancia a los diferentes problemas que se presentan en un proceso.

La viabilidad y utilidad general del diagrama está respaldada por el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, en el cual se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), y el resto de los elementos propician muy poco del efecto total. (Gutierrez, 2013)

El diagrama de Pareto es una gráfica de dos dimensiones que se construye listando las causas de un problema en el eje horizontal, empezando por la izquierda para colocar a

aquellas que tienen un mayor efecto sobre el problema, de manera que vayan disminuyendo en orden de magnitud. El eje vertical se dibuja en ambos lados del diagrama: el lado izquierdo representa la magnitud del efecto provocado por las causas, mientras que el lado derecho refleja el porcentaje acumulado de efecto de las causas, empezando por la de mayor magnitud. (Reyes, 2004)

Para tabular los datos en el diagrama de Pareto, es necesario clasificarlos de acuerdo a las siguientes categorías:

- Frecuencia absoluta: Es el número de veces que se presenta un determinado dato o valor en los diferentes elementos.
- Frecuencia relativa: Se obtiene dividiendo la frecuencia absoluta de un determinado dato o valor, entre la suma total de todas las frecuencias absolutas.
- Frecuencia absoluta acumulada: La frecuencia absoluta acumulada de un dato es igual a la frecuencia absoluta de ese dato más la suma de las frecuencias absolutas acumuladas de los datos anteriores.
- Frecuencia relativa acumulada: Es igual a la suma de las frecuencias relativas de todos los datos menores o iguales a dicho valor. (Rodríguez & Alvarado, 2013)

En la figura 4 se muestra la representación del diagrama de Pareto.

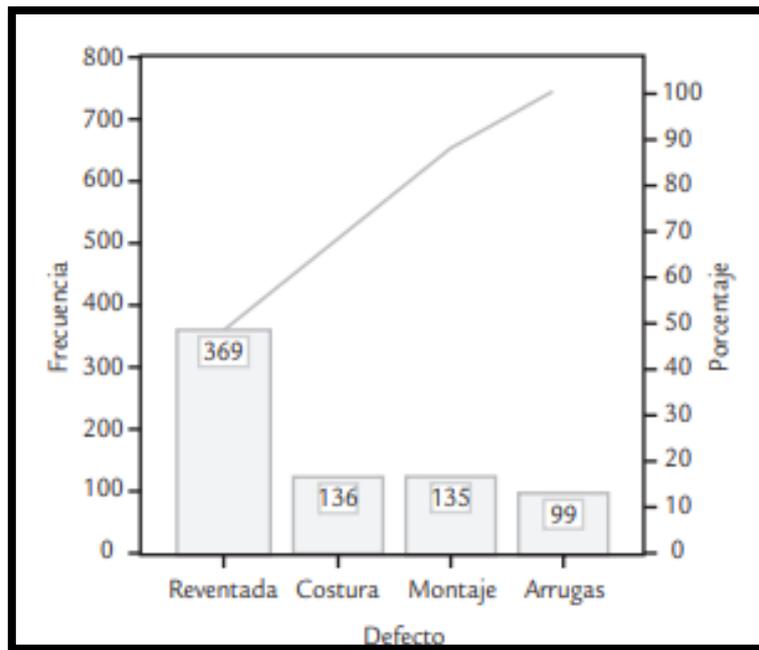


Figura 4. Diagrama de Pareto

Fuente: (Gutierrez, 2013)

2.5.3 HOJA DE VERIFICACIÓN (OBTENCIÓN DE DATOS)

La hoja de verificación es un formato construido para coleccionar datos, de forma que su registro sea sencillo, sistemático y que sea fácil analizarlos. Una buena hoja de verificación debe reunir la característica de que, visualmente, permita hacer un primer análisis para apreciar las principales características de la información buscada. Algunas de las situaciones en las que resulta de utilidad obtener datos a través de las hojas de verificación son las siguientes:

- Describir el desempeño o los resultados de un proceso.
- Clasificar las fallas, quejas o defectos detectados, con el propósito de identificar sus magnitudes, razones, tipos de fallas, áreas de donde proceden, etcétera.
- Confirmar posibles causas de problemas de calidad.
- Analizar o verificar operaciones y evaluar el efecto de los planes de mejora.

(Gutierrez, 2013)

En la figura 5 se muestra la representación de la hoja de verificación.

Hoja de verificación para defectos en válvulas			
		Periodo: _____	Departamento: _____
Modelo de producto	Zona del molde		
	Zona 1	Zona 2	Zona 3
A	ooo xxx ++	oooo xx ++ //	ooooooooo xxxxxx /
B	oooo xx +++ /	oooo xxxxx /	ooooooooo xxxxxxx ++
C	oooo x +	oooo xxx	ooooooooo xxxxx /
D	oooo xx ++ //	ooooo xxx /	ooooooooooooo xxxxx ++++

Códigos para defectos: o porosidad, + maquinado, x llenado, / ensamble

Figura 5. Hoja de verificación
Fuente: (Gutierrez, 2013)

2.5.4 DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

Según (Reyes, 2004) El diagrama de dispersión es una técnica estadística utilizada para estudiar la relación entre dos variables. Por ejemplo, entre una característica de calidad y un factor que le afecta.

La ventaja de utilizar este tipo de diagramas es que al hacerlo se tiene una comprensión más profunda del problema planteado.

La relación entre dos variables se representa mediante una gráfica de dos dimensiones en la que cada relación está dada por un par de puntos (uno para cada variable).

La variable del eje horizontal x normalmente es la variable causa, y la variable del eje vertical y es la variable efecto.

La relación entre dos variables puede ser: positiva o negativa. Si es positiva, significa que un aumento en la variable causa x provocará un aumento en la variable efecto (y) y si es negativa significa que una disminución en la variable x provocará una disminución en la variable y .

Por otro lado, se puede observar que los puntos en un diagrama de dispersión pueden estar muy cerca de la línea recta que los atraviesa, o muy dispersos o alejados con respecto a la misma. El índice que se utiliza para medir ese grado de cercanía de los puntos con respecto a la línea recta es la correlación. En total existen cinco grados de correlación: positiva evidente, positiva, negativa evidente, negativa y, nula.

En la figura 6 se muestra la representación del diagrama de dispersión.

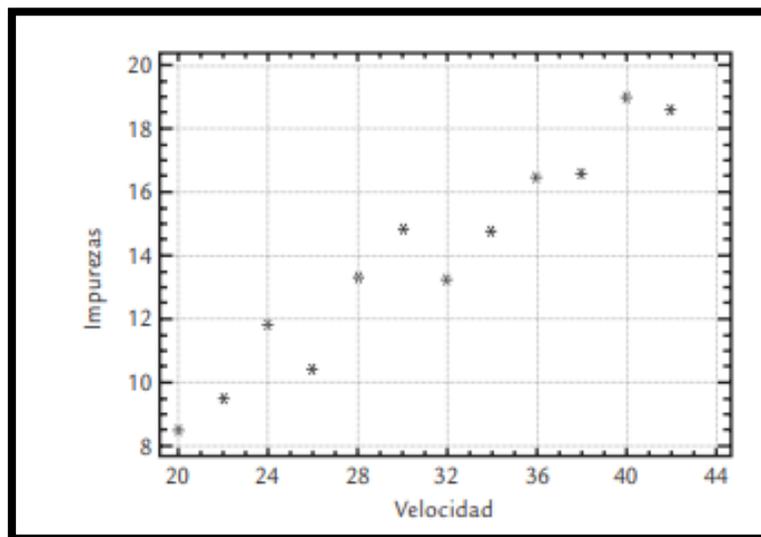


Figura 6. Diagrama de Dispersión
Fuente: (Gutierrez, 2013)

2.5.5 DIAGRAMAS DE PROCESOS

2.5.5.1 DIAGRAMA DE FLUJO

Es una representación gráfica de la secuencia de los pasos o actividades de un proceso. Por medio de este diagrama es posible ver en qué consiste el proceso y cómo se relacionan las diferentes actividades; asimismo, es de utilidad para analizar y mejorar el proceso. (Gutierrez, 2013)

La representación del diagrama de flujo se muestra en la figura 7.

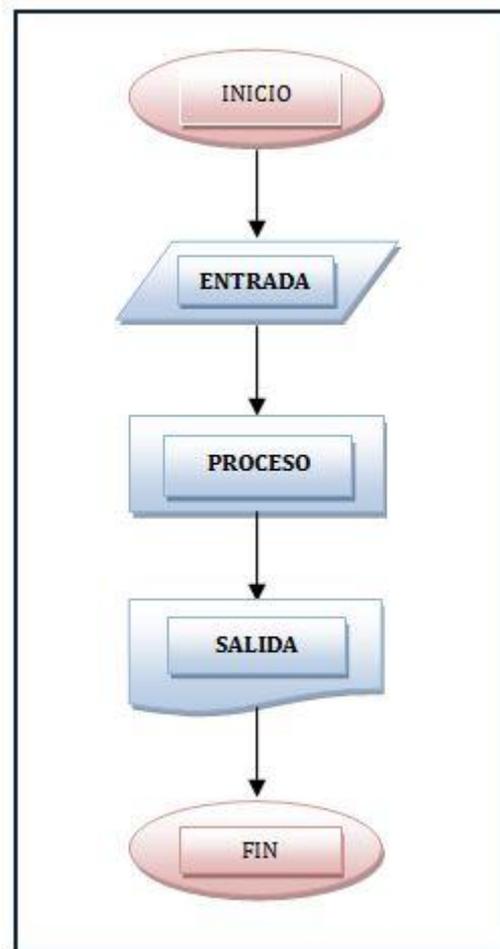


Figura 7. Diagrama de Flujo
Fuente: (Gutierrez, 2013)

2.5.5.2 MAPA DE PROCESOS

Según (García, Delgado, Fernández, Dolarea, Sancho, & Lechugo, 2007) Un proceso es un conjunto de actividades y recursos interrelacionados que transforman elementos de entrada en elementos de salida aportando valor añadido para el cliente o usuario. Los recursos pueden incluir: personal, finanzas, instalaciones, equipos técnicos, métodos, etc. El propósito que ha de tener todo proceso es ofrecer al cliente / usuario un servicio correcto que cubra sus necesidades, que satisfaga sus expectativas, con el mayor grado de rendimiento en coste, servicio y calidad. Un mapa de procesos es un diagrama de valor; un inventario gráfico de los procesos de una organización.

El mapa de procesos proporciona una perspectiva global-local, obligando a “posicionar” cada proceso respecto a la cadena de valor. Al mismo tiempo, relaciona el propósito de la organización con los procesos que lo gestionan, utilizándose también como herramienta de consenso y aprendizaje.

- Procesos claves

Son aquellos directamente ligados a los servicios que se prestan, y por tanto, orientados al cliente/usuario y a requisitos. Como consecuencia, su resultado es percibido directamente por el cliente/usuario (se centran en aportarle valor). En estos procesos, generalmente, intervienen varias áreas funcionales en su ejecución y son los que pueden conllevar los mayores recursos. En resumen, los procesos claves constituyen la secuencia de valor añadido del servicio desde la comprensión de las necesidades y expectativas del cliente / usuario hasta la prestación del servicio, siendo su objetivo final la satisfacción del cliente /usuario.

- Procesos estratégicos

Procesos estratégicos Los procesos estratégicos son aquellos establecidos por la Alta Dirección y definen cómo opera el negocio y cómo se crea valor para el cliente / usuario y para la organización. Soportan la toma de decisiones sobre planificación, estrategias y mejoras en la organización. Proporcionan directrices, límites de actuación al resto de los procesos. Ejemplos: Comunicación interna, comunicación con el cliente, marketing, diseño, revisión del sistema, planificación estratégica, diseño de planes de estudios.

- Procesos de apoyo

Los procesos de apoyo son los que sirven de soporte a los procesos claves. Sin ellos no serían posibles los procesos claves ni los estratégicos. Estos procesos son, en muchos

casos, determinantes para que puedan conseguirse los objetivos de los procesos dirigidos a cubrir las necesidades y expectativas de los clientes / usuarios. Ejemplos: Formación, compras, auditorías internas, informática. Se presenta el mapa de procesos en la figura 8.

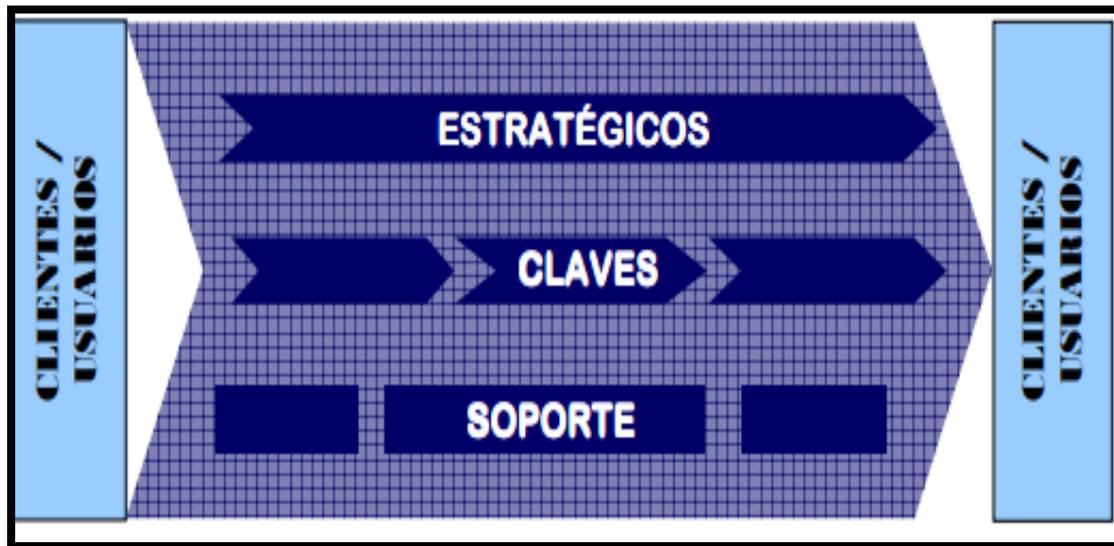


Figura 8. Mapa de Procesos
Fuente: (López, 2017)

2.5.5.3 SIPOC

Según (Rodríguez & Alvarado, 2013) El Diagrama SIPOC, por sus siglas en inglés Supplier – Inputs- Process- Outputs – Customers, es la representación gráfica de un proceso de gestión. Esta herramienta permite visualizar el proceso de manera sencilla, identificando a las partes implicadas en el mismo:

- Proveedor (Supplier): persona que aporta recursos al proceso
- Recursos (inputs): todo lo que se requiere para llevar a cabo el proceso. Se considera recursos a la información, materiales e incluso, personas.
- Proceso (process): conjunto de actividades que transforman las entradas en salidas, dándoles un valor añadido.

- Cliente (customer): la persona que recibe el resultado del proceso. El objetivo es obtener la satisfacción de este cliente.

De manera resumida los pasos a realizar para elaborar un Diagrama SIPOC pueden ser:

- Identificar los procesos
- Establecer las entradas del proceso, los recursos necesarios
- Establecer los proveedores de estas entradas al proceso
- Definir el proceso en si

Establecer quién es el cliente de cada una de las salidas obtenidas El Diagrama de SIPOC es una herramienta que se emplea tanto en el ámbito de 6 Sigma como en la gestión por procesos en general. A continuación, se presenta el diagrama SIPOC en la figura 9.

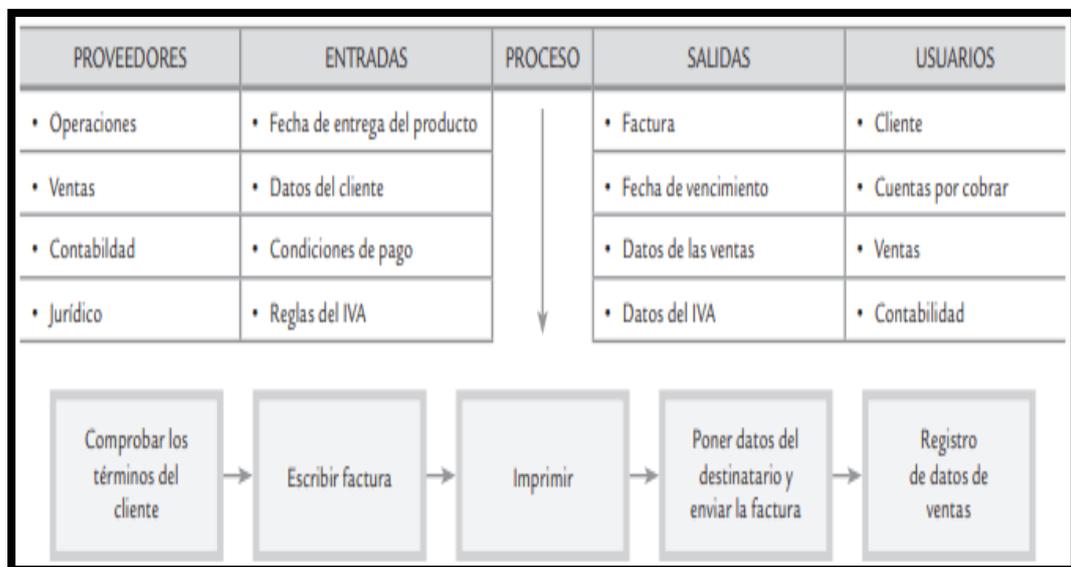


Figura 9. Diagrama SIPOC
Fuente: (Gutierrez, 2013)

2.6 LAS 6M'S DE LA CALIDAD

Según (Gutierrez, 2013) Son los materiales, mano de obra, mediciones, medio ambiente, máquinas y métodos que conforman un proceso.

Reducir la variación de los procesos es un objetivo clave del control estadístico y de Seis Sigma. Por lo tanto, es necesario entender los motivos de la variación, y para ello se parte de que en un proceso (industrial o administrativo) interactúan materiales, máquinas, mano de obra (gente), mediciones, medio ambiente y métodos.

Estos seis elementos (las 6 M) determinan de manera global todo proceso y cada uno aporta algo de la variabilidad y de la calidad de la salida del proceso.

El resultado de todo proceso se debe a la acción conjunta de las 6 M, por lo que si hay un cambio significativo en el desempeño del proceso, sea accidental u ocasionado, su razón se encuentra en una o más de las 6 M. en la figura 10 se muestra la representación de la variabilidad de un proceso.

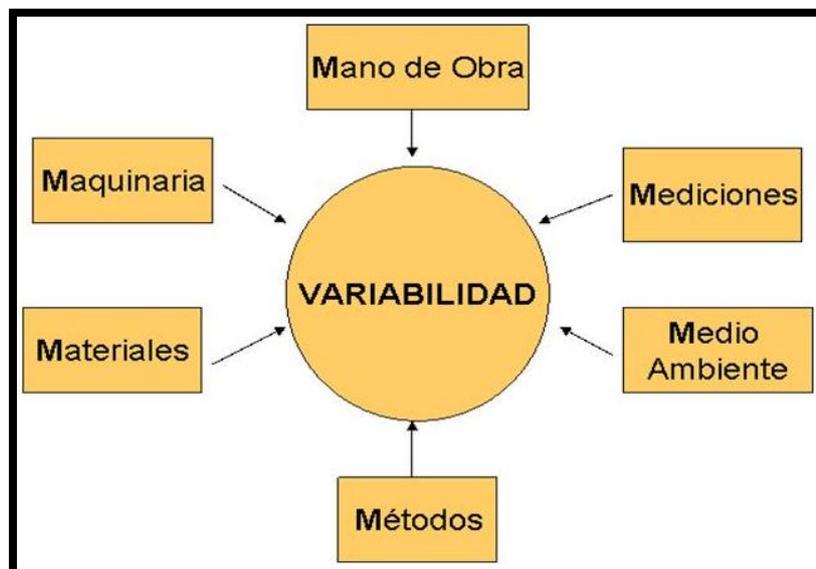


Figura 10. Variabilidad de un proceso
Fuente: (Gutierrez, 2013)

2.6.1 Variabilidad

Se refiere a la diversidad de resultados de una variable o de un proceso, la variabilidad es parte de nuestra vida diaria; por ejemplo, el tiempo que tardamos en trasladarnos de nuestra casa al trabajo o escuela es diferente de un día a otro; la temperatura del ambiente es distinta de una hora a otra; lo dulce de una bebida que es preparada en casa es diferente de un día a otro aunque aparentemente se preparó igual, etc. Esta variación que ocurre en nuestra vida también se lleva a cabo en los procesos de las empresas. (Gutierrez, 2013)

Se presenta la variabilidad de un proceso en la figura 11:

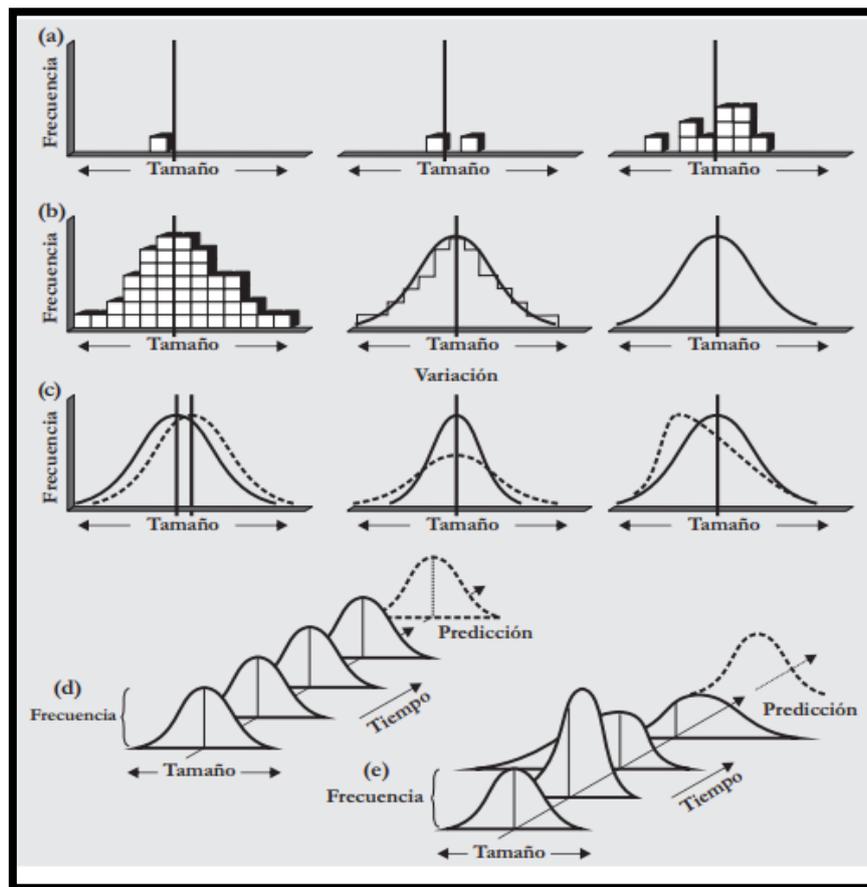


Figura 11. Variabilidad de un proceso
Fuente: (Gutierrez, 2013)

2.7 PRUEBA Z

Una prueba Z es una prueba de hipótesis basada en el estadístico Z, que sigue la distribución normal estándar bajo la hipótesis nula.

La prueba Z más simple es la prueba Z de 1 muestra, la cual evalúa la media de una población normalmente distribuida con varianza conocida. (Minitab, 2018)

Z se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad \text{Ecuación 3}$$

2.8 GRÁFICO DE CONTROL ESTADÍSTICO

Según (Gutierrez, 2013) El objetivo básico de una carta de control es observar y analizar el comportamiento de un proceso a través del tiempo. Así, es posible distinguir entre variaciones por causas comunes y especiales (atribuibles), lo que ayudará a caracterizar el funcionamiento del proceso y decidir las mejores acciones de control y de mejora. Cuando se habla de analizar el proceso nos referimos principalmente a las variables de salida (características de calidad), pero las cartas de control también pueden aplicarse para analizar la variabilidad de variables de entrada o de control del proceso mismo

El gráfico de control presenta tres líneas paralelas. La Línea Central (LC), el Límite Superior de Control (LSC) y el Límite Inferior de Control (LIC).

$$LCS = \mu + 3\sigma \quad \text{Ecuación 4}$$

$$LCI = \mu - 3\sigma \quad \text{Ecuación 5}$$

$$\text{Línea central} = \mu \quad \text{Ecuación 6}$$

Dónde:

μ = muestra poblacional

σ = desviación estándar

En la figura 12 se muestra la representación de una carta de control.



Figura 12. Carta de Control
Fuente: (Gutierrez, 2013)

Los gráficos de control pueden ser para variables (Variables continuas) o para atributos, es decir, depende de la escala de medida de la característica de calidad (CTQ). Existen varios tipos de gráficos de control, pero solo mencionaremos los que se usarán en el presente proyecto de investigación:

- \bar{X} (medias)
- R (Rangos)

GRAFICO \bar{X} -R

Según (Gutierrez, 2013) Los Diagramas para variables que se aplican a procesos masivos, en donde en forma periódica se obtiene un subgrupo de productos, se miden y se calcula la media y el rango R para registrarlos en la carta correspondiente.

La carta \bar{X} detecta cambios significativos en la media del proceso. Cuando la curva se desplaza la carta manda una o varias señales de fuera de control.

A continuación, se presenta las siguientes fórmulas:

$$LCS = D_4 R$$

Ecuación 7

$$LCI = D_3 \bar{R}$$

Ecuación

La carta R detecta cambios significativos en la amplitud de la dispersión. Por ejemplo, si la variabilidad aumenta (campana más amplia), la carta R lo detecta mediante uno o más puntos fuera de su LCS.

A continuación, se presenta las fórmulas pertinentes.

$$LCS = \bar{X} + A_2\bar{R}$$

Ecuación 9

$$LCI = \bar{X} - A_2\bar{R}$$

Ecuación 10

En la figura 13 y 14 se muestra las cartas \bar{X} -R correspondientemente.

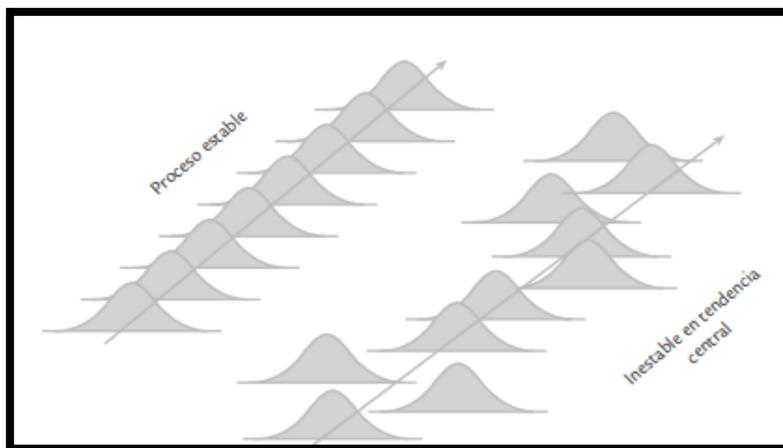


Figura 13. Carta \bar{X}



Figura 14. Carta R
Fuente: (Gutierrez, 2013)

2.9 MUESTREO Y POBLACIÓN

2.9.1 MUESTREO

Según (Tamayo, 1997) La muestra es la que puede determinar la problemática ya que es capaz de generar los datos con los cuales se identifican las fallas dentro del proceso.

Según Tamayo afirma que la muestra " es el grupo de individuos que se toma de la población, para estudiar un fenómeno estadístico". Se presenta en la ecuación 11 la fórmula pertinente:

$$n = \frac{N\sigma^2 z^2}{e^2(N-1) + \sigma^2 z^2} \quad \text{Ecuación 11}$$

2.9.2 POBLACIÓN

La población es un conjunto de individuos de la misma clase, limitada por el estudio.

Según (Tamayo, 1997) "La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación"

Entonces, una población es el conjunto de todas las cosas que concuerdan con una serie determinada de especificaciones. Un censo, por ejemplo, es el recuento de todos los elementos de una población.

2.9.3 NIVEL DE CONFIANZA

El intervalo de confianza es la medida estadística del número de veces de cada 100 que se espera que los resultados se encuentren dentro de un rango específico.

Por ejemplo, un intervalo de confianza de 90% significa que los resultados de una acción probablemente cubrirán las expectativas el 90% de las veces.

La idea básica descrita en el Teorema del límite central es que cuando una población se muestrea muchas veces, el valor promedio de un atributo obtenido es igual al valor real de la población. En otras palabras, si un intervalo de confianza es del 95%, significa que 95 de 100 muestras tendrán el valor real de la población dentro del rango de precisión. (Explorable, 2009)

2.10 ÍNDICES DE CAPACIDAD DE PROCESOS

Una necesidad muy frecuente en los procesos consiste en evaluar la variabilidad y tendencia central de una característica de calidad, para así compararla con sus especificaciones de diseño. La capacidad de proceso es el grado de aptitud que tiene un proceso para cumplir con las especificaciones técnicas deseadas.

Cuando la capacidad de un proceso es alta, se dice que el proceso es capaz, cuando se mantiene estable a lo largo del tiempo, se dice que el proceso está bajo control, cuando no ocurre esto se dice que el proceso no es adecuado para el trabajo o requiere de inmediatas modificaciones. (Lopez, 2016)

2.10.1 INDICE DE CAPACIDAD POTENCIAL C_p

Según (Gutierrez, 2013)La capacidad de procesos consiste en la medición de la variabilidad natural del proceso para una característica o especificación dada, ya que esto permitirá saber en qué medida tal característica de calidad es satisfactoria o para saber si el proceso cumple o no cumple con las especificaciones de calidad del proceso.

Los procesos tienen variables de salida o de respuesta, las cuales deben cumplir con ciertas especificaciones a fin de considerar que el proceso está funcionando de manera satisfactoria. Evaluar la habilidad o capacidad de un proceso consiste en conocer la amplitud de la variación natural de éste para una característica de calidad dada, lo cual

permitirá saber en qué medida tal característica de calidad es satisfactoria (cumple especificaciones).

Para considerar que un producto sea de calidad, las mediciones de sus características deben ser iguales a su valor ideal, sin embargo al conocer que la variabilidad es una característica ínsita de todo proceso estas mediciones deben al menos estar dentro de cierta especificación inferior y/o superior. La medida de la capacidad potencial del proceso para cumplir con tales especificaciones de calidad nos la proporciona el índice de capacidad del proceso (Cp).

El Cp compara el ancho de las especificaciones (tolerancia) con la amplitud de la variación (dispersión natural) del proceso. Si la variación del proceso es mayor que la amplitud de las especificaciones, entonces el Cp es menor que 1, lo que sería evidencia de que no se está cumpliendo con las especificaciones. Si el Cp es mayor que 1 es una evidencia de que el proceso es potencialmente capaz de cumplir con las especificaciones.

El Cp se utiliza para conocer y tomar decisiones sobre el proceso dependiendo de su valor, es el tipo de proceso y la decisión que debe de tomarse. La siguiente tabla nos muestra la interpretación cualitativa del índice Cp. Se plantea la fórmula del Cp en la ecuación 12:

$$C_p = \frac{LES - LEI}{6\sigma} \quad \text{Ecuación 12}$$

Dónde:

σ = desviación estándar del proceso

LES= límite especificación superior

LEI= límite especificación inferior

6σ =6 veces la desviación estándar (variación real), debido a las propiedades de la distribución normal

En la figura 15 se plantea la interpretación del índice de capacidad:

VALOR DEL ÍNDICE C_p	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
$1 < C_p \leq 1,33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto
$0,67 < C_p \leq 1$	3	No adecuado para el trabajo. Un análisis de proceso es necesario. Requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria
$C_p \leq 0,67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere modificaciones serias
Nota: si el $C_{pk} < C_p$, entonces una vez que se centre el proceso se tendrá la clase de proceso		

Figura 15. Interpretación índice de capacidad de proceso

Fuente: (Gutierrez, 2013)

2.10.2 ÍNDICE POTENCIAL C_r

Indicador de la capacidad potencial del proceso que divide la variación real del proceso, entre la variación tolerada por el cliente. Representa la proporción de la banda de especificaciones que es cubierta por el proceso. La fórmula pertinente se presenta en la ecuación 13:

$$C_r = \frac{6\sigma}{LES - LEI} \tag{Ecuación 13}$$

Dónde:

- σ = desviación estándar del proceso
- LES= límite especificación superior
- LEI= límite especificación inferior
- 6σ =6 veces la desviación estándar (variación real), debido a las propiedades de la distribución normal

2.10.3 INDICE CAPACIDAD REAL DEL PROCESO (cpk , cpi , cps)

El índice C_p estima la capacidad potencial del proceso para cumplir con tolerancias, sin embargo, comúnmente se reconoce que una de sus desventajas es que no toma en cuenta

el centrado del proceso. Para dar solución a esto el Cp se puede modificar para evaluar también donde se localiza la media del proceso respecto a las especificaciones. Al índice de Cp modificado se le conoce como Índice de Capacidad Real Cpk. (Lopez, 2016)

Se puede ver como la versión mejorada del cp en el que se toma en cuenta el centrado del proceso. En la ecuación 14 se muestra la fórmula de cálculo:

$$Cpk = \min[cpi; cps] \quad \text{Ecuación 14}$$

Se evalúa por separado el cumplimiento de las especificaciones inferior, y superior, a través del Cpi y Cps, que se calculan con las formulas 15 y 16, indistintamente:

$$C_{pi} = \frac{\mu - LEI}{3\sigma} \quad \text{Ecuación 15}$$

$$C_{ps} = \frac{LES - \mu}{3\sigma} \quad \text{Ecuación 16}$$

INDICE DE CENTRADO K

Este indicador mide la diferencia entre la media del proceso μ y el valor nominal N, para la correspondiente característica de calidad, y a esta diferencia la compara contra la mitad de la amplitud de las especificaciones. Para tener una medida porcentual se multiplica por 100. En la ecuación 17 se plantea la formula correspondiente.

$$K = \frac{\mu - N}{0,5(LES - LEI)} * 100 \quad \text{Ecuación 17}$$

Dónde:

N= valor nominal, también expresa por VOC (valor óptimo central)

LES= límite especificación superior

LEI= límite especificación inferior

μ = media del proceso

2.11 METODOLOGÍA MICEPS

La metodología que se utilizará en la presente investigación es MICEPS para abordar los aspectos del control estadístico de calidad en la empresa, la metodología está diseñada para la integración efectiva entre los requerimientos del cliente y los sistemas de producción y calidad de una compañía, consta principalmente de seis fases: Análisis de proceso, Identificación de CTS, Construcción de la matriz de influencias variable – proceso, Construcción de la matriz de influencias CTS – Variable de proceso, Análisis del modo y efecto de falla en el proceso y Diseño de puntos de inspección control en el proceso. A continuación, se realiza un análisis de los modelos y metodologías para la implementación de sistemas de control estadístico, y por qué se ha escogido la metodología MICEPS.

- Salah, 2010-Metodología DMAIC. - Propone la integración de la metodología Seis Sigma y el enfoque lean para guiar a las compañías hacia la satisfacción continua de las necesidades sus clientes. Para ello, el modelo incluye las prácticas lean dentro de la fase de mejora del ciclo DMAIC; más sin embargo no muestra una aplicación real que valide su alcance y beneficios
- Kulahci, 2013- Implementación del control estadístico de procesos multivariados. Presenta la implementación del control estadístico de procesos multivariados en diferentes sectores de la industria, aplicando cartas de control multivariadas asociadas a la utilización de tecnologías eficientes en el análisis de datos y las cuales permiten optimizar los procesos de análisis y tomas de decisiones
- Haciendo un análisis en conjunto de todos los modelos estudiados, se puede observar que todos se enfocan principalmente en cuatro elementos: la preparación de equipos de trabajo, la selección y análisis de procesos, la

selección de cartas de control y el tratamiento de problemas basado en control estadístico de procesos. Si bien cada modelo propone elementos de suma importancia para la implementación del SPC, también se puede apreciar que casi todas carecen de un enfoque definido para vincular la voz del cliente dentro de la identificación de procesos y variables críticas, lo cual es determinante dentro de un mercado donde las necesidades de los clientes son cada vez más cambiantes y donde éstos son cada vez menos tolerantes a los errores, por ello se cree conveniente la aplicación de la metodología MICEPS en el presente proyecto de investigación, ya que es la única que relaciona los procesos de producción con la voz del cliente. (Barrios & Jiménez, 2014)

El procedimiento de cada una de las etapas de la metodología MICEPS se detalla a continuación:

2.11.1 FASE 1: ANÁLISIS DE PROCESO

Según (Barrios & Jiménez, 2014) Es importante identificar y explicar los procesos que conforman la empresa, mediante el diseño y aplicación de instrumentos de recolección de información, de acuerdo con el proceso en estudio (notas, fotografías, formatos). Para ello se propone la realización de un diagrama de procesos que permita identificar de las etapas del proceso de producción.

Por último, a través de un diagrama SIPOC (Proveedores, Entradas, Proceso, Salidas y Clientes) describir los elementos de importancia en el proceso.

2.11.2 FASE 2: IDENTIFICACIÓN DE CTS (PUNTOS CRÍTICOS)

Una vez realizado el análisis de proceso, se procede con la identificación de las expectativas del cliente, se toma en cuenta los criterios de los clientes internos y externos de la empresa, así como también las necesidades acerca del producto.

2.11.3 FASE 3: CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE INFLUENCIAS VARIABLE – PROCESO

En esta fase, se realiza la identificación de las variables de proceso que se encuentran en cada etapa del proceso de producción textil, por otra parte se construye una matriz de influencias Variable – proceso donde se pretende establecer las variables de proceso con mayor presencia a lo largo del proceso de producción, para lo que, se realiza el enlistado, en primera instancia de todos los subprocesos del proceso de producción en estudio así como las variables de proceso previamente identificadas durante el trabajo de campo.

Posteriormente se analiza la relación entre cada subproceso involucrado y una determinada variable de proceso, y finalmente, se contabiliza el número de variables presentes por subproceso, así como el número de subprocesos en el que cada variable está presente.

2.11.4 FASE 4: CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE INFLUENCIAS CTS - VARIABLES DE PROCESO

En esta etapa, se construye la matriz de influencias CTS – Variables de proceso, es una adaptación del diagrama causa-efecto con el propósito de identificar las variables de proceso que son críticas para el cumplimiento de los requerimientos del cliente.

Para ello, se especifica el grado de incidencia de la variable de proceso en el cumplimiento de cada CTS de acuerdo con la siguiente escala: No hay relación (0), relación extremadamente débil (1), relación débil (2), relación moderada (3), relación fuerte (4) y relación extremadamente fuerte (5).

Para terminar, se totaliza los puntajes otorgados a cada variable de proceso.

2.11.5 FASE 5: ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA EN EL PROCESO (AMEF)

El Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF), es un procedimiento que permite identificar fallas en productos, procesos y sistemas, así como también evaluar y clasificar de manera concisa sus efectos, causas y elementos de identificación, para así prevenir su ocurrencia. (Lopez, 2016)

En primer lugar, se detallan los modos potenciales de falla para cada una de las variables de proceso identificada como crítica en la fase anterior. Posteriormente, se identifican los posibles efectos de cada modo de falla dada su ocurrencia. (Barrios & Jiménez, 2014)

2.11.6 FASE 6: DISEÑO DE PUNTOS DE INSPECCIÓN Y CONTROL EN EL PROCESO

En la fase de diseño de puntos de inspección y control, se hace necesaria la creación de métrico (s) de desempeño para cada modo de falla crítico. Como siguiente paso, se procede con la definición de los puntos de inspección y control en la línea de producción estableciendo su localización en los subprocesos que presentan mayor frecuencia de aparición de defectos.

Por último, se diseña un plan de muestreo acorde al comportamiento de la producción que permita el monitoreo de los métricos de desempeño a través de la instalación de cartas de control y la utilización de métodos de análisis estadístico correspondientes.

CAPITULO 3

3. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE FERTEX

3.1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

“Fertex” es una empresa textil ubicada en San Antonio de Ibarra, calle Luis E. Cevallos 6-48 y 27 de Noviembre a media cuadra del parque central Francisco Calderón, fue creada hace 2 años con la finalidad de ofrecer un producto novedoso y de calidad, se dedica a la confección y comercialización de conjuntos deportivos para niñas y niños de 1 a 12 años, en las tallas 1,2,4,6,8,10,12,14 , en material poli/algodón en una mezcla 65/35 es decir es un conjunto elaborado con un 35% de algodón y 65% de poliéster, en tejido de punto, fleece perchado.

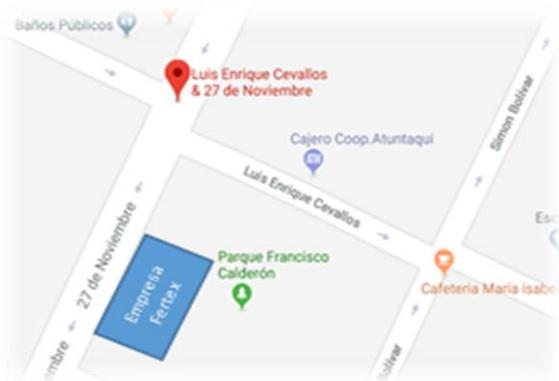
“Fertex” es una empresa textil que debido a la falta de control de calidad tiene bajo rendimiento en los procesos de producción y por tanto en la calidad del producto terminado, ya que al no contar con una adecuada organización y falta de planeamiento en los procesos de producción, retardan los pedidos, existiendo tiempos muertos en el proceso, así como también cuellos de botella e incremento de los costos por reproceso.

3.1.2 DATOS GENERALES

La empresa Fertex está ubicada en la ciudad de Ibarra, cantón San Miguel de Ibarra, parroquia San Antonio, inició sus actividades en septiembre del 2015. Tiene como objetivo confeccionar y comercializar conjuntos deportivos de calidad para niñas y niños, generando ingresos en la empresa, y ampliando su mercado.

Se detalla de manera general en la Tabla 1, la siguiente información:

Tabla 1 Datos generales de la empresa

Razón Social	Empresa textil Fertex	Ubicación geográfica
Nombre Comercial	Fertex	
Inicio de actividades	Septiembre, 2015	
Dirección	Calle Luis E. Cevallos 6-48 y 27 de Noviembre	
Teléfono	(06) 293744- 0990618910	

Elaborado por: Autora

Fuente: (Empresa Fertex), (Google Maps, 2018)

3.1.2.1 MISIÓN

“FERTEX” es una empresa textil, que se dedica a la fabricación y comercialización de ropa deportiva, para niñas y niños de 1 hasta 12 años, de excelente calidad, desarrollando así, el valor de nuestra marca “BADD0”, asegurando la disponibilidad y el servicio, manteniendo costos competitivos a través del aprovechamiento de nuestros recursos.

3.1.2.2 VISIÓN

“FERTEX” se propone para el 2020, ser una empresa de reconocido prestigio nacional, así como extender la distribución de nuestros productos por el resto del territorio Nacional, sin temor a cambios, y preocupándonos por el bienestar social aplicando nuestros conocimientos en beneficio de la sociedad.

Además, Fertex busca ser líder nacional en la confección, comercialización y distribución de prendas de vestir de niños y niñas en Ecuador para así garantizar una constante evolución en el desarrollo de su gente, su tecnología y sus clientes a través de

la integración, la excelencia y la calidad, tratando de ser la opción favorita del consumidor final.

Realizar un porcentaje significativo de ventas a través del Internet para expandir el alcance de nuestros productos a todo el planeta. Este horizonte significa llegar hacer una empresa de clase mundial con visión a largo plazo.

3.1.2.3 PRINCIPIOS Y VALORES

La microempresa de confecciones FERTEX se caracterizará por los valores de ética, responsabilidad, respeto y lealtad.

Los principios que nos guiarán son:

- Realizar un excelente servicio a nuestros clientes internos, externos y proveedores en todas las fases de nuestro proceso.
- Ofrecer productos innovadores a través de capacitaciones tecnológicas y actualización de las últimas tendencias relacionadas con nuestros sectores.
- Motivar a todos los miembros de la organización para inculcar el sentido de pertenencia y compromiso hacia el logro de los objetivos.
- Defender y proteger las marcas y diseños exclusivos de nuestros clientes.
- Lograr la satisfacción de nuestros clientes mediante un sistema de gestión de calidad sólido.

3.1.2.4 OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

- Posicionar la marca durante el siguiente año.
- Captar los clientes de la competencia dando un mejor producto con una adecuada calidad.
- Vender las prendas con precios competitivos acordes al mercado actual.

3.1.2.5 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

En la figura 17 se plasma las 7 secciones en las que está organizada la empresa Fertex.

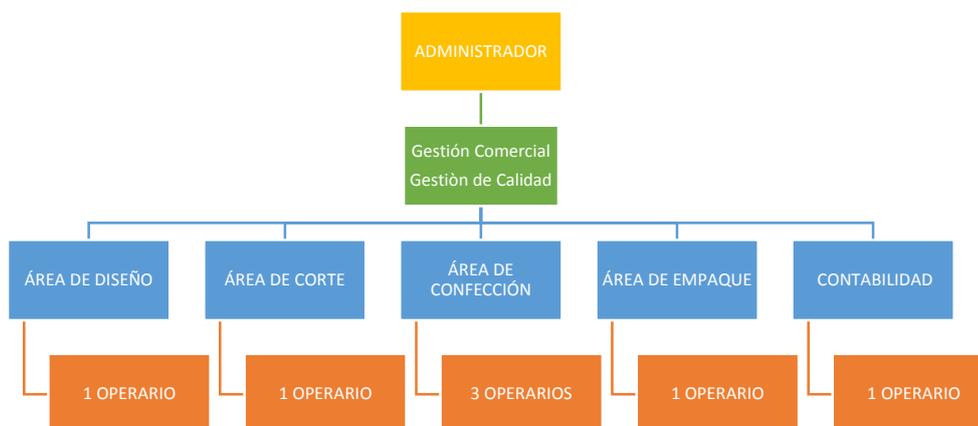


Figura 16. Estructura Organizacional de la empresa Fertex
Elaborado por: Autora

DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES DEL PERSONAL DE FERTEX

De acuerdo a la figura 17, a continuación en la Tabla 2 se detalla los diferentes cargos y funciones que realiza cada uno de los empleados de cada sección de la empresa Fertex.

Tabla 2 Cargos Y Funciones

Nombre del cargo	Funciones
Administrador-Gestión Comercial	Se encarga de planificar, coordinar, controlar y supervisar el cumplimiento de los objetivos y metas trazadas. Planificación de ventas
Operaria del área de diseño	Diseña los modelos de los conjuntos deportivos en el programa AUDACES.
Operarias del área de confección	Realiza el tendido de la tela, trazado, corte de piezas, entrega al área de producción. Las operarias unen las piezas de la prenda, cosen etiquetas, ponen cierres, revisan las costuras.
Operario del área de empaque-control de calidad	Encargado de la revisión y limpieza de prendas, poner etiquetas de cartón y adhesivos, enfundar, oordenar en la bodega.
Operaria del contabilidad	Lleva la contabilidad, control financiero.

Elaborado por: Autora

NÚMERO DE OPERADORES EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN

Fertex actualmente cuenta con 7 trabajadores en el área de producción de conjuntos deportivos para niñas, los cuales se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3 Número de operarios

Área	Nº de trabajadores
Diseño	1
Corte	1
Confección	3
Empaque y control de calidad	1
Ventas	1
Total	7

Elaborado por: Autora

Fuente: Fertex

3.1.2.6 PRINCIPALES CLIENTES

En la tabla 4 se presenta los clientes de Fertex, donde ofertan sus productos.

Tabla 4 Clientes de Fertex

Clientes	Productos entregados
Comerciantes minoristas y mayoristas de la Ciudad de Ambato y Quito	Ropa de niñas Conjuntos deportivos de las tallas 1, 2, 4, 6, 8,10, 12 y 14.

Elaborado por: Autora

Fuente: Fertex

3.1.2.7 PROVEEDORES

Los principales proveedores de la empresa se muestran a continuación en la Tabla 5.

Tabla 5 Proveedores de Fertex

Proveedores	Productos
Indutexma	Materia Prima Tela
Comercial Astra	Insumos Hilos Elásticos Cierre
Don Maury	Materiales Cinta adhesiva Cinta de embalaje

Elaborado por: Autora

Fuente: Empresa Fertex

3.2 PROCESOS MACRO MESO Y MICRO

Mediante un análisis a los procesos que intervienen en la producción de calentadores de niñas y niños, se procede a diagramar los procesos involucrados. A continuación, se ilustra el mapa de procesos.

3.2.1 MAPA DE PROCESOS

A través del mapa de procesos podemos identificar las áreas de la empresa, en la que intervienen una serie de procesos, que dan origen al producto final. En referencia a lo descrito, se puede identificar dentro de la figura 18 el mapa de procesos desarrollado.

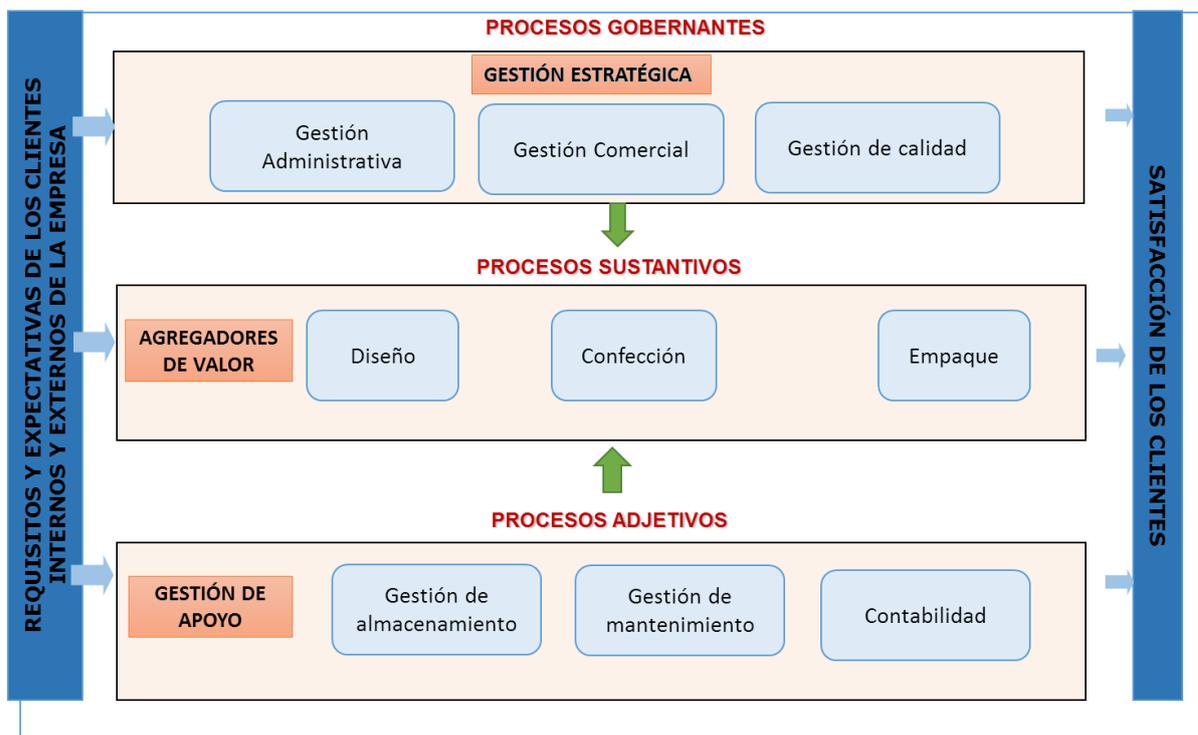


Figura 17. Propuesta de mapa de procesos Fertex
Elaborado por: Autora

En los procesos estratégicos se encuentran los procesos de gestión, los cuales son responsables de la toma de decisiones, se encargan de planificar y dirigir las actividades que se realizan en la empresa.

Dentro de los procesos operativos o agregadores se establece los procesos que generan directamente el valor agregado al producto (bien o servicio) que se ofrece. Se ejecutan una serie de procesos mencionados a continuación: diseño, corte, confección, empaque y control de calidad.

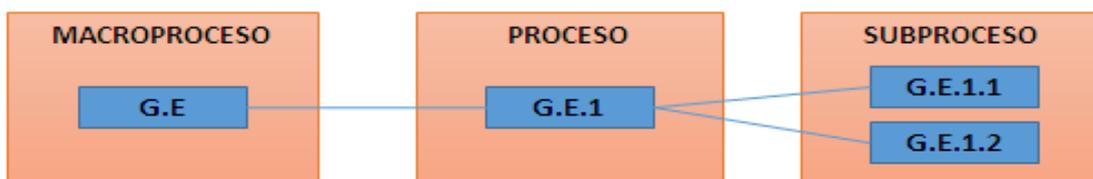
En los procesos de apoyo se establecen los procesos que contribuyen al control y soporte de la empresa, éstos son: departamento financiero y almacenamiento y bodega

3.2.1.1 INVENTARIO DE PROCESOS

El inventario de procesos se realiza de acuerdo al mapa de procesos detallado en la figura 18, en este punto se establecen 3 macro procesos que son: Gestión estratégica, gestión de operaciones y gestión de apoyo, dentro de cada uno de ellos se establece los procesos involucrados, continuamente se identifica los subprocessos que se encuentran dentro de los procesos definidos.

Codificación

La codificación utilizada para los macroprocesos es de acuerdo con las letras iniciales de su nombre. La codificación de los procesos y subprocessos están codificados de acuerdo con las abreviaturas del macroprocesos y un número, este número indica el orden que representa los proceso y subprocessos.



A continuación, en la tabla 6 se muestra el inventario de procesos de la empresa Fertex.

Tabla 6 Inventario de procesos

INVENTARIO DE PROCESOS					
COD	MACROPROCESO	COD	PROCESO	COD	SUBPROCESO
G.E	GESTIÓN ESTRATÉGICA	GE1	GESTIÓN ADMINISTRATIVA	GE11	Controlar el cumplimiento de los objetivos y metas
		GE2	GESTIÓN COMERCIAL	GE21	Planificación de ventas
		GE3	GESTIÓN DE CALIDAD	GE31	Control de calidad
A.V	AGREGADORES DE VALOR	AV1	DISEÑO	AV11	Establece patrones de medidas de piezas
				AV12	Diseño de modelo determinado
				AV13	Muestra de modelo
				AV14	Inspección diseño
		AV2	CONFECCIÓN	AV21	Tendido de tela
				AV22	Trazo de tela
				AV23	Colocación plotter sobre tela con spray especial
				AV24	Cortar piezas
				AV25	Recepción piezas cortadas
				AV26	Unión de piezas de la prenda
				AV27	Realización de ojales, cierres, detalles extras
				AV28	Estampado/bordado
		AV3	EMPAQUE	AV31	Control de calidad de la prenda
				AV32	Limpieza de prendas
				AV33	Etiqueta con logo de la empresa
GA1	GESTIÓN DE ALMACENAMIENTO	GA11	Colocación de producto terminado en perchas		
		GA12	Ordenar producto terminado		
GA2	GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	GA21	Mantenimiento máquinas		
		GA22	Control financiero		

Elaborado por: Autora

Fuente: Empres Fertex

3.2.2 FLUJOGRAMA DE LA EMPRESA FERTEX

Para conocer de manera general el proceso de producción, se elaboró un flujograma detallado en la figura 19 el cual permitió identificar los subprocesos y actividades que se ejecutan dentro de la empresa.

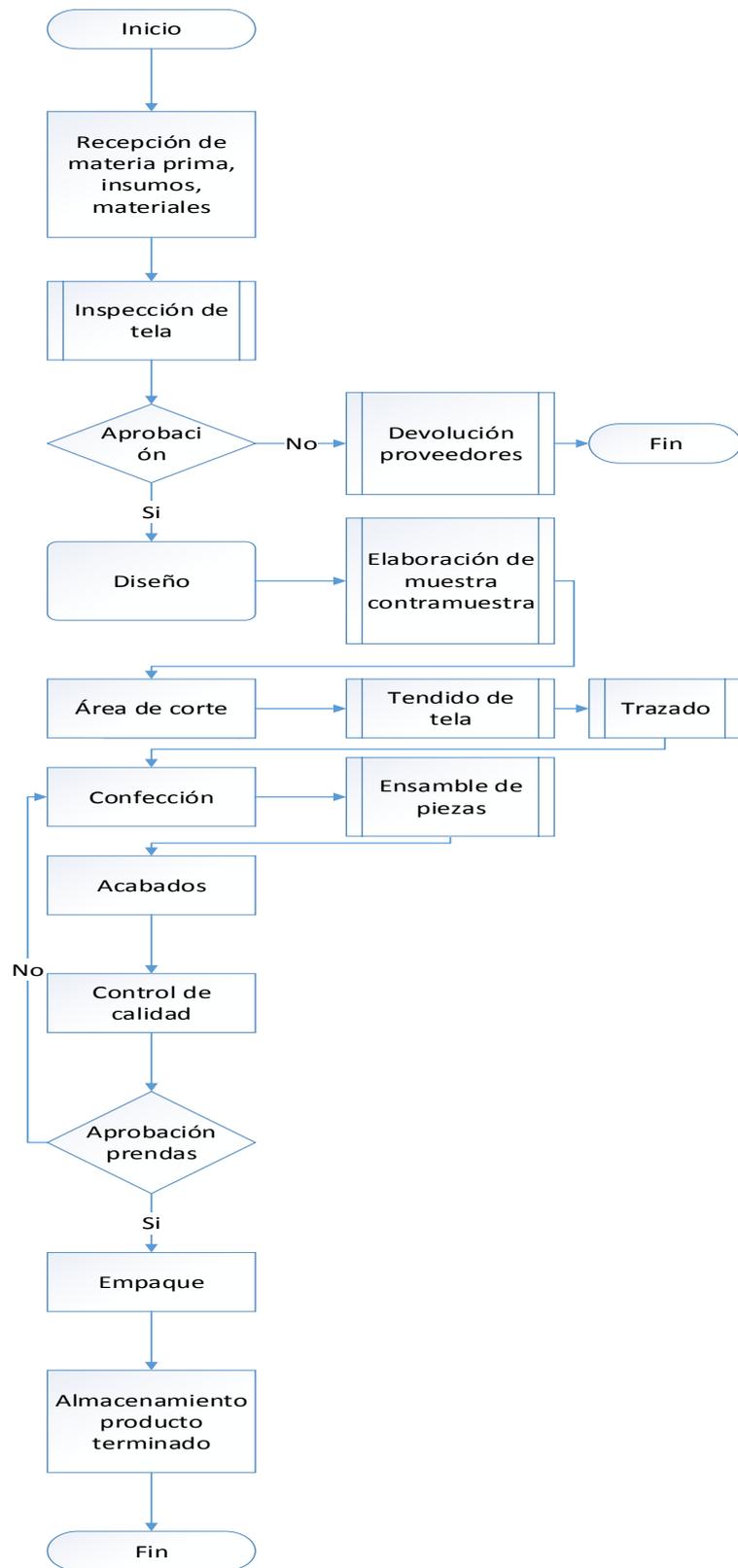


Figura 18. Flujograma del proceso de producción de la empresa Fertex
Elaborado por: Autora

3.2.3 DIAGRAMA SIPOC GENERAL DE LA EMPRESA

El diagrama de SIPOC es una herramienta sumamente útil, indispensable en todo sistema relacionado con calidad, nos permite diagramar diferentes procesos, con la intención de analizarlos y tener la oportunidad de mejorarlos, en la figura 20 se puede evidenciar el meso proceso de producción de la empresa “Fertex”.

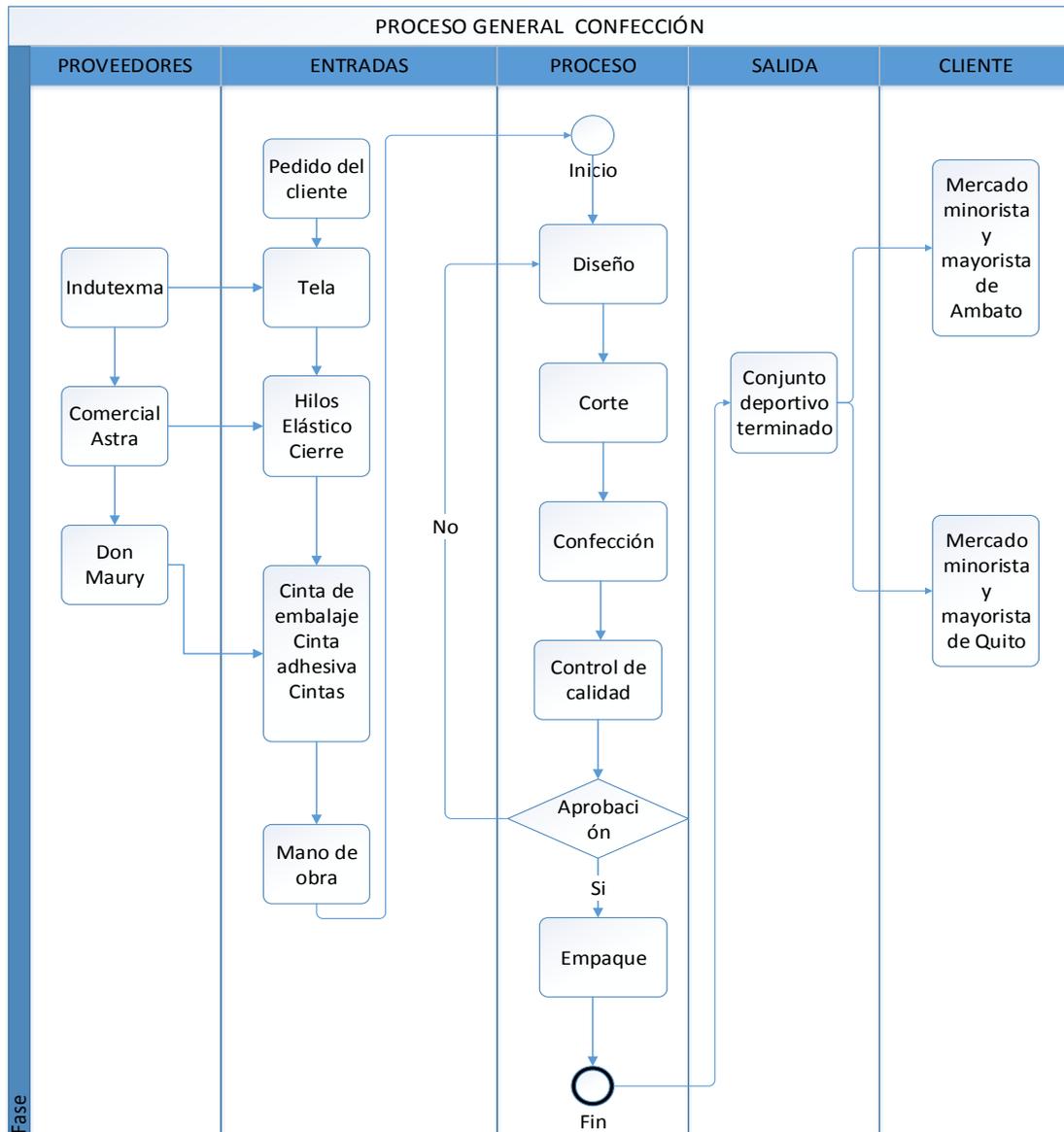


Figura 19. Propuesta de SIPOC Proceso de producción de la prenda

Elaborado por: Autora

Fuente: Empresa Fertex

3.2.4 DESCRIPCION DE LOS PROCESOS

3.2.4.1 PROCESO DE DISEÑO

Los diseños de prendas de vestir para niñas y niños en tela fleece perchado son un factor de éxito para la aceptación y acogida de los productos en el mercado en el que se comercializan los productos, por tal motivo Fertex se enfoca en realizar diseños especializados, con la finalidad de que su producto sea de impacto ante los ojos del cliente y consumidor final.

En el proceso de diseño se definen las medidas del conjunto de vestir deportivo de acuerdo a las tallas solicitadas, a partir de 3 tipos de medida detallados a continuación:

- **Medidas verticales**

Las medidas verticales incluyen: largo talle, sisa, brazo, etc.

Largo del pantalón

Largo de prendas

- **Medidas horizontales**

Se debe definir el ancho de hombros

- **Medidas de circunferencia**

Incluye: sisa, puño de mano, cuello, rodilla tobillo, pecho, cintura, cadera, etc.

La definición de medidas se realizará de acuerdo a un promedio de las prendas que se comercializan que en general se basan en estándares.

En la Tabla 7 se presenta las medidas de la chompa, parte del conjunto deportivo.

Tabla 7 Medidas chompa (cm)

Descripción	1	2	4	6	8	10	12	14
Ancho chompa	36	38	40	42	46	48	50	52
Largo chompa	38	40	42	44	48	50	52	54
Largo manga	36	38	40	42	44	46	48	50

Fuente: Fertex

A continuación, en la Tabla 8 se presenta las medidas en cm de las diferentes tallas del pantalón.

Tabla 8 Medida pantalón (cm)

Descripción	1	2	4	6	8	10	12	14
Largo total	45	50	55	60	68	73	78	85
Entrepierna	32	34	38	42	49	53	57	61
Cintura	17	18	20	22	25	27	29	32
Cadera	28	30	32	34	37	39	41	43
Basta	10	11	12	13	15	16	17	18

Fuente: Fertex

Los diseños en la empresa Fertex, se realizan a través de contratación de servicios de diseño y patronaje, porque además tienen la facilidad de impresiones en papel de los modelos y tallas de acuerdo a la demanda del cliente, lo que genera menores costos de diseño, lo cual es un ahorro considerable de tiempo de trabajo en el momento del corte y sobre todo un menor desperdicio de la tela, ya que actualmente los sistemas de diseño permiten la optimización en más del 80% de la tela.

USE (Unidad de Servicios Empresariales), empresa que pertenece a la PUCESI, Pontificia Universidad Católica sede Ibarra, es la empresa que realiza los diseños para “Fertex”, se encuentra ubicada en la ciudad de Atuntaqui y brindan este servicio por medio de sistema AUDACES. A continuación, en la figura 22 se presenta uno de los modelos en el sistema AUDACES que la empresa tiene, con su respectivo nombre para su posterior elaboración:

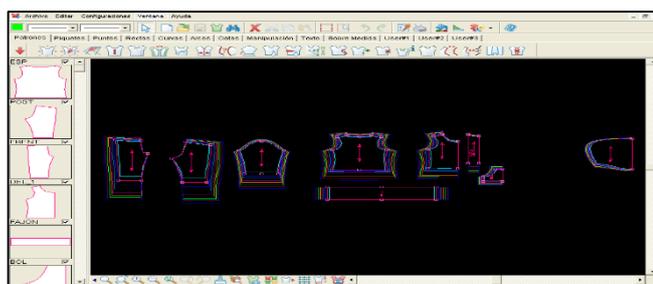


Figura 20. Modelo Sara en AUDACES

Fuente: Empresa Fertex

ELABORACIÓN DE MUESTRA Y CONTRAMUESTRA

En este punto, se debe realizar una muestra obligatoriamente, la cual permita corregir cualquier falla en la proporción de los moldes y tallas a tiempo, ya que Fertex al encargarse del proceso de diseño a una empresa de servicio, se debe definir adecuadamente las tallas y patronaje para posteriormente no tener problema alguno.

Una vez realizada la primera muestra, se enviará al taller para su confección, con esto se asegura de que todos los moldes estén correctos, un vez detectado error se enviará a la empresa de servicios para que realice los ajustes necesarios y provee de una nueva muestra, luego de lo cual se continuará con el proceso de retroalimentación hasta que finalmente se obtenga patrones de diseño completamente satisfactorios para la producción en línea. En la figura 23 se muestra un modelo de conjuntos deportivos que confecciona la empresa Fertex.



Figura 21. Modelos conjuntos deportivos
Fuente: Empresa Fertex

En la figura 24 se detalla el Diagrama SIPOC del proceso de diseño, para su mejor entendimiento.

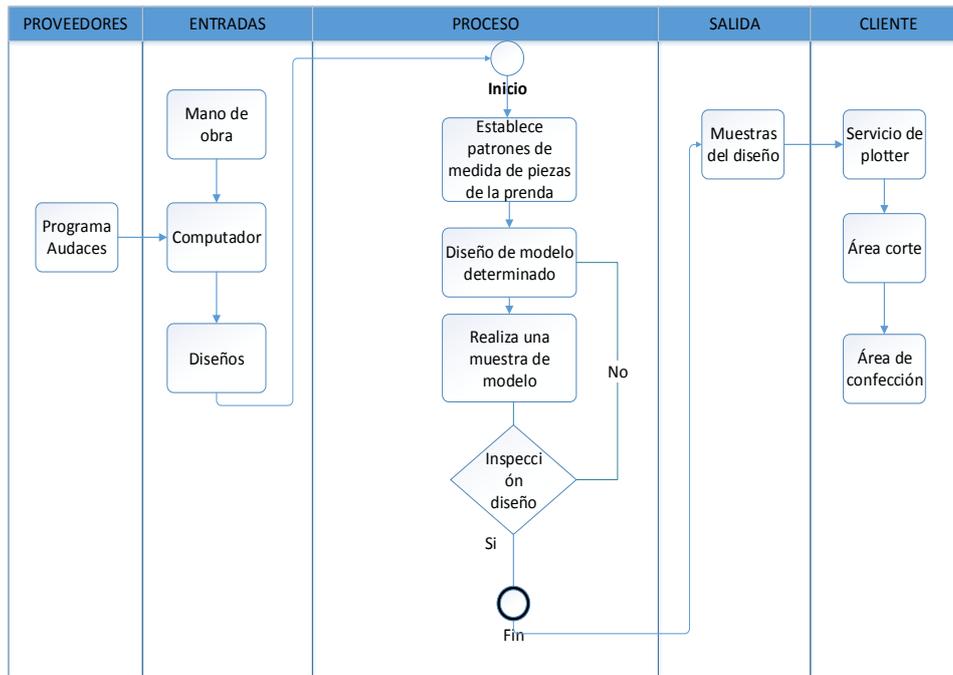


Figura 22. Diagrama SIPOC Diseño
Elaborado por: Autora
Fuente: Empresa Fertex

Se detalla a continuación en la figura 25 el Diagrama de Proceso del Diseño, en el que se menciona las actividades más importantes dentro del proceso con su respectivo símbolo, el tiempo de cada actividad, distancia entre actividades.

DIAGRAMA DE PROCESOS EN FUNCIÓN DE LAS ACTIVIDADES (DISEÑO)								
Nº	Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos				
				Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenamiento
1	Orden de pedido	1	2	●	→	◐	■	▼
2	Transportar al área de diseño	1	0.1		→			
3	Diseñar modelo de acuerdo a las especificaciones del cliente	-	480	●				
4	Envío de muestra	5	3		→			
5	Aprobación de muestra	-	480				■	
6	Realizar el trazo	7	5	●				
7	Transportar al área de corte	2	2.3		→			
TOTAL		16	972.4	3	3	0	1	0

Figura 23. Diagrama de Proceso Diseño
Elaborado por: Autora
Fuente: Empresa Fertex

En el diagrama de procesos citado en la figura 25 se detalla todas actividades que se ejecutan en el área de diseño, como son: orden de pedido, transporte al área de diseño, diseñar 1 modelo de la prenda de acuerdo a las especificaciones que exige el cliente, continuamente se realiza el envío de la muestra, se realiza la inspección para ver si es aprobado o no, después de realiza el trazo, y para concluir se transporta la orden al área de corte, como se observa se define la distancia y tiempo de cada actividad, obteniendo como resultado 16 m de distancia y 972,4 min como total.

3.2.4.2 PROCESO DE CORTE

Una vez definido el diseño y modelos a realizar, el proceso inicia en el área de corte, donde se realizan las siguientes actividades dentro de los subprocesos involucrados, detallados a continuación:

Dentro del proceso de corte tenemos los siguientes subprocesos:

TENDIDO

La actividad de tendido se realiza manualmente en una cantidad considerable de capas y en los colores respectivos para niñas y niñas como por ejemplo: fucsia, rosado, azul, plomo, entre otros. En la figura 26 se presenta la ejecución de la actividad de tendido.



Figura 24. Tendido
Fuente: Empresa Fertex

TRAZADO

Fertex cuenta con el servicio de impresión el plotter en la empresa USE, la misma en donde realiza el diseño y patronaje, lo que facilita que el desempeño del proceso.

En este punto se realiza el tendido del papel sobre la tela con un espray especial para este tipo de trabajo, sin necesidad de dibujar moldes sobre la tela, con la finalidad de conseguir los moldes sin ningún margen de error. La figura 27 presentada a continuación se plasma la actividad de trazado.

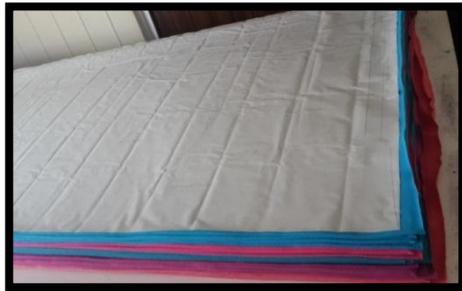


Figura 25. Trazado
Fuente: Empresa Fertex

CORTE

Este proceso consiste en cortar la tela con las cuchillas verticales de la máquina, ésta es de mayor utilidad que la cortadora de disco. En la figura 28 se presenta la actividad de corte.



Figura 26. Corte
Fuente: Empresa Fertex

En la figura 29 se detalla el Diagrama SIPOC para identificar los proveedores, entradas, proceso, salidas y clientes del proceso de corte.

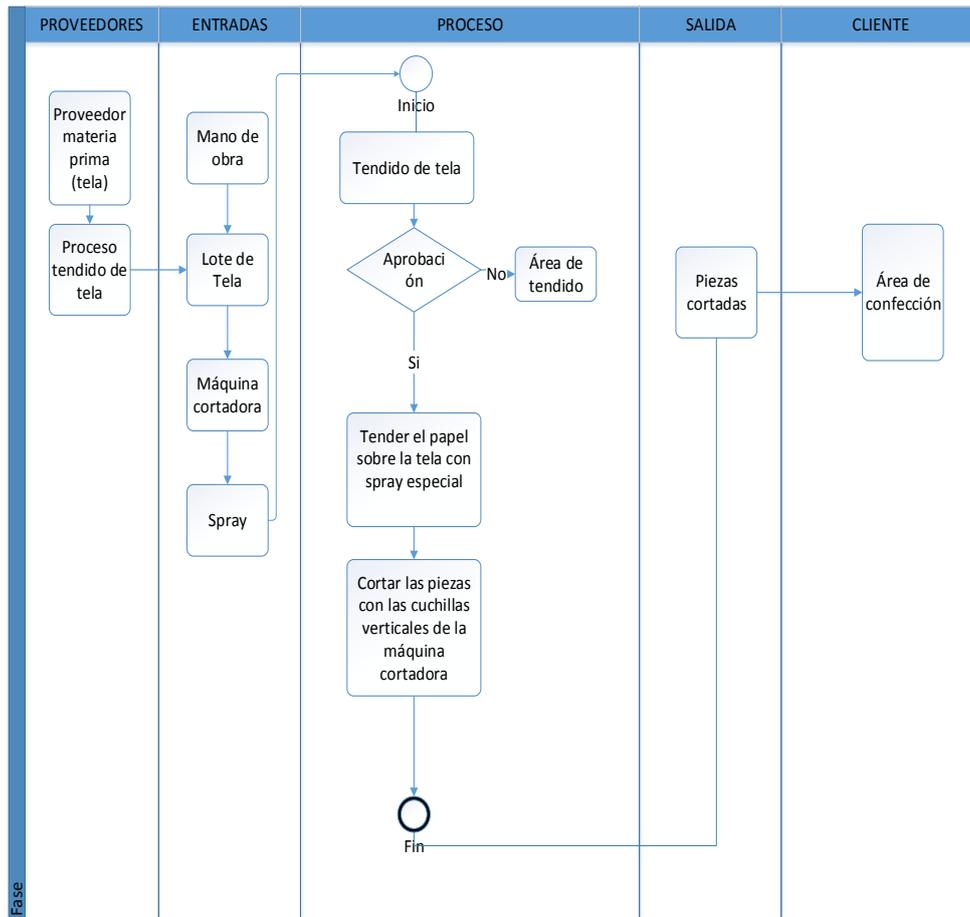


Figura 27. SIPOC Corte
Elaborado por: Autora
Fuente: Empresa Fertex

En la figura 30 se describe el diagrama de procesos de Corte, detallando las actividades involucradas.

DIAGRAMA DE PROCESOS EN FUNCIÓN DE LAS ACTIVIDADES (CORTE)								
Nº	Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos				
				Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenamiento
1	Recepción orden número de piezas	1	2.5	●	→	●	■	▼
2	Ubicación tela sobre la mesa	1	0.9	↓				
3	Tendido de tela	-	7.3	↓				
4	Trazo sobre la tela	-	1.2	↓				
5	Rociar spray especial sobre el trazo	-	0.5	↓				
6	Corte de piezas	-	8.7	↓				
7	Inspección de piezas cortadas	-	4.1		→		■	
8	Transportar a contratistas de servicios de estampado/ y/o borado	10	6		→			
TOTAL		12	31.2	6	1	0	1	0

Figura 28. Diagrama Proceso Corte
Elaborador por: Autora
Fuente: Empresa Fertex

Como se puede observar en la figura 30, el proceso de corte inicia con la recepción de orden del número de piezas, posteriormente se realiza la ubicación de la tela sobre la mesa, y a su vez el tendido, se coloca el trazo sobre la tela y se rocía un spray especial para que sujete las capas de tela con el trazo, se hace el corte de las piezas, inspección de las piezas cortadas, y finalmente se transporta a contratistas de servicios de estampados y bordado , por otra parte también se establece la distancia de cada una de las actividades, obteniendo un total de 12 m, y con un tiempo 31,2 minutos.

3.2.4.3 PROCESO DE CONFECCIÓN

A continuación, se describe el proceso de confección de la planta mediante el Diagrama SIPOC citado en la figura 31.

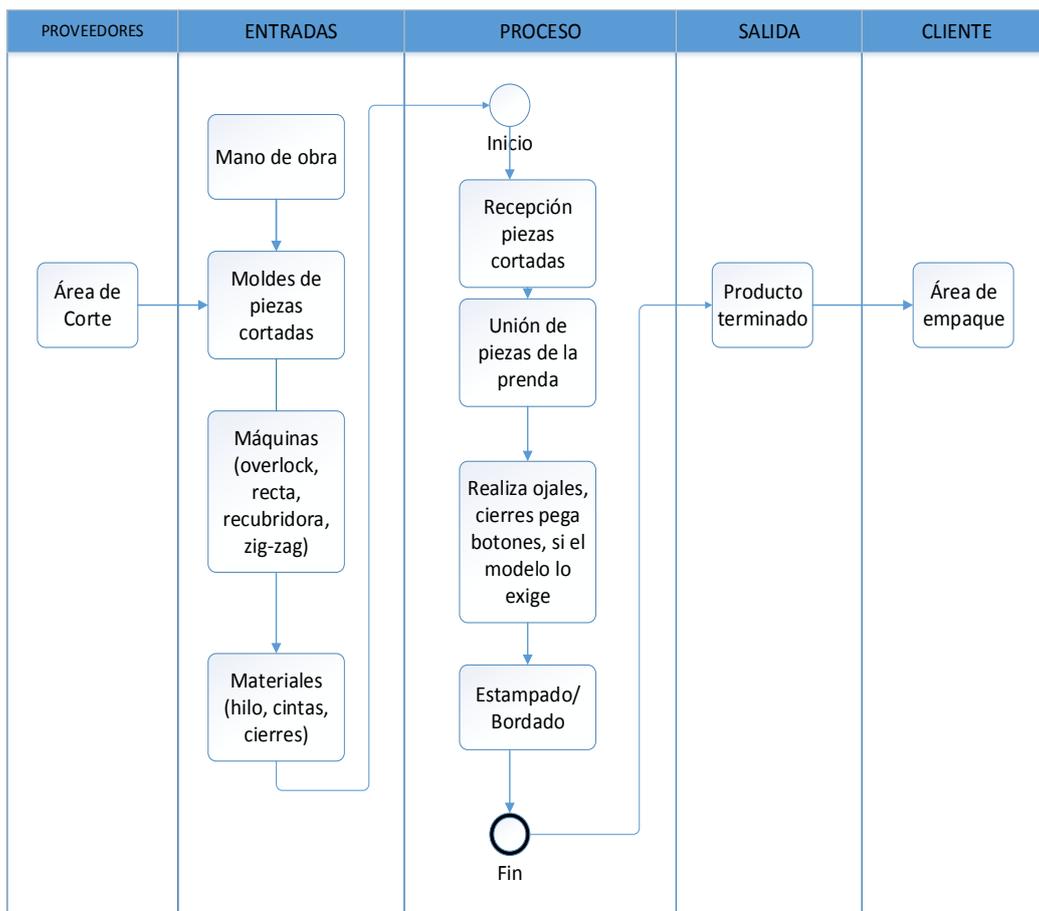


Figura 29. SIPOC Confección
Elaborado por: Autora
Fuente: Empresa Fertex

Después de haber realizado la confección de las prendas utilizando las máquinas, Recta, Overlock, Recubridora, dependiendo del tipo de costura a realizar, finalmente se hace ojales y se pega botones con la máquina zigzag, dependiendo del modelo que se trabaje, obteniendo como resultado el producto terminado. En la figura 32 que se presenta a continuación se muestra la actividad de confección.



Figura 30 . Confección
Fuente: Empresa Fertex

En la figura 33 se describe el diagrama de procesos de confección, mencionando cada una de las actividades que se realizan dentro del proceso mencionado.

DIAGRAMA DE PROCESOS EN FUNCION DE LAS ACTIVIDADES (CONFECCION)								
Nº	Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos				
				Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenamiento
1	Recepción orden de producción	1	1.8	●	→	○	■	▼
2	Unión piezas (chompa-pantalón)	1	4.4	↓				
3	Mangas	-	3.12	↓				
4	Cuello	-	2.18	↓				
5	Basta	-	3.06	↓				
6	Capucha	-	6.45	↓				
7	Colocar cierres y/o detalles extras	-	7.09	↓				
8	Transporte al área de control de calidad	2	1		→			
TOTAL		4	29.1	7	1	0	0	0

Figura 31. Diagrama de Procesos-Confección
Elaborado por: Autora
Fuente: Fertex

Como resultado de la figura 33 se obtiene que dentro del área de confección se ejecuten 8 actividades que son: recepción orden de producción, unión de piezas, tanto chompa como pantalón), además el cosido de mangas, cuello, basta, capucha, se realiza la colocación de cierres, u otros detalles que sean requeridos por el cliente, y para culminar las prendas son transportadas al área de empaque donde se realiza el control de calidad respectivo, se obtiene 4 metros de distancia total, y un tiempo estimado 29,1 min.

3.2.4.4 ACABADOS

En el proceso de acabados, se realiza bordado de las prendas, o pegado de apliques, según el modelo que se esté confeccionando, para este proceso se contrata el servicio a pequeñas empresas, dependiendo del estilo que requiera el modelo de la prenda.

3.2.4.5 PROCESO DE EMPAQUE

CONTROL DE CALIDAD

En este punto se revisa detalladamente los pespuntos, puntadas y las diferentes fallas que puedan tener las prendas confeccionadas, para entregar al cliente, y por ende al consumidor final un producto de calidad.

En caso que la prenda presente fallas, se realiza el respectivo reproceso.

A través del SIPOC del proceso de empaque citado en la figura 34 se detallan los proveedores, entradas, proceso, salidas, clientes.

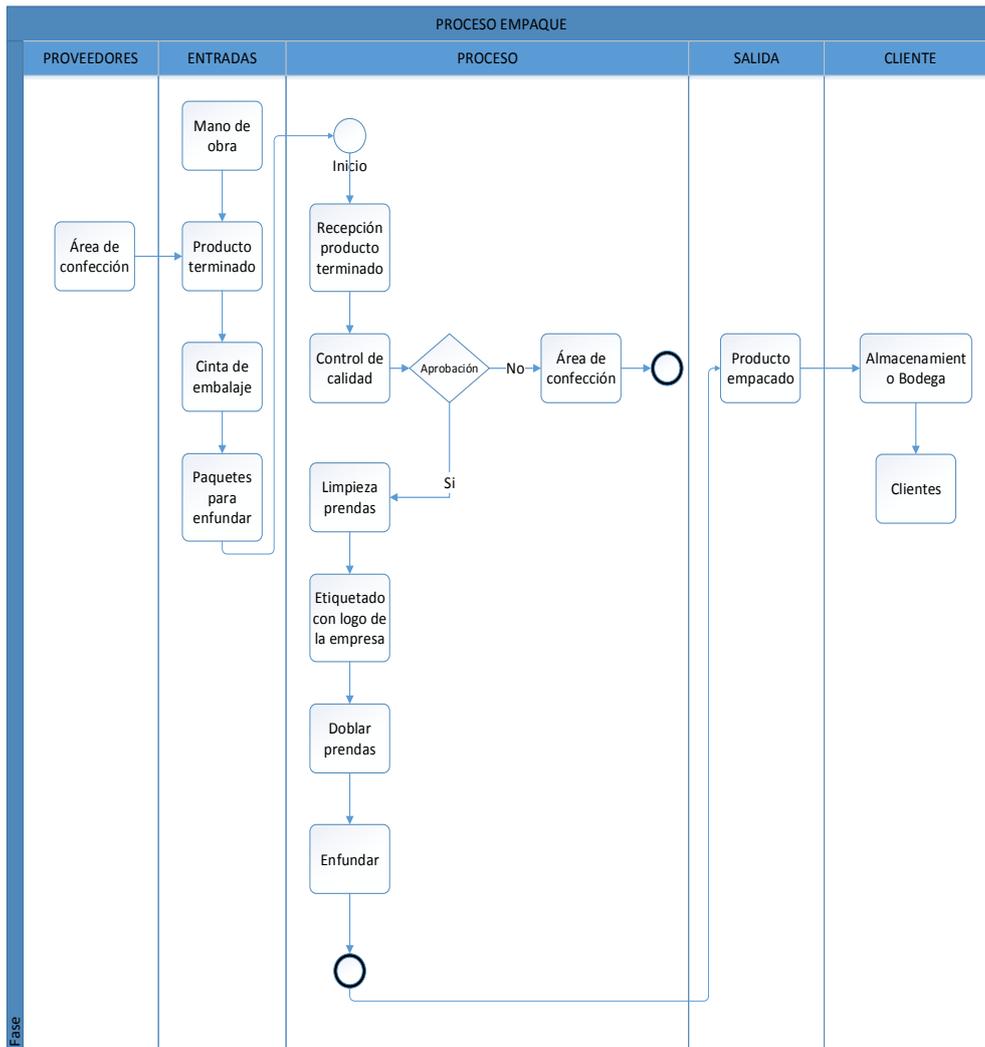


Figura 32. SIPOC Empaque
Elaborado por: Autora
Fuente: Fertex

El empaque comienza con la limpieza de las prendas, que luego serán dobladas y etiquetadas con su respectivo logo de la marca, para luego ser enfundadas, selladas y llevadas a las perchas de la bodega. A continuación, la figura 35 hace referencia a la actividad del empaque del producto final.



Figura 33. Empaque- Producto Final
Fuente: Empresa Fertex

El Diagrama de procesos de Empaque se cita en la Figura 36.

DIAGRAMA DE PROCESOS EN FUNCIÓN DE LAS ACTIVIDADES (CONTROL DE CALIDAD Y EMPAQUETADO)								
Nº	Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos				
				Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenamiento
1	Recepción producto terminado	1	3.02	●	→	◐	■	▼
2	Control de calidad de la prenda	-	30				■	
3	Realiza el empaquetado de prendas según la orden de pedido	-	60					
4	Transporta al área de almacenamiento	3	15		→			
5	Almacena producto final	-	30					▼
TOTAL		4	138.02	2	1	0	1	1

Figura 34 Diagrama de Procesos Empaque-Control de Calidad
Elaborado por: Autora
Fuente: Empresa Fertex

Dentro del área de empaque se desarrollan 5 actividades principales, el proceso inicia con la recepción del producto terminado, después de realiza el control de calidad respectivo, si las prendas son aprobadas, éstas son empaquetadas según la orden de pedido, una vez ejecutado eso. Las prendas de vestir son transportadas al área de almacenamiento, donde se ubica el producto en las perchas, se obtuvo como resultado final una distancia de 4 metros, y un tiempo estimado de 138,02 min.

3.3 VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DE FERTEX

En la Tabla 9 se detalla tanto la producción diaria, como la producción semanal de los conjuntos de deportivos para niñas en el modelo SARA, en las tallas correspondientes, donde se puede evidenciar que la prendas de más demanda en el mercado es la talla 4.

Tabla 9 Volumen de Producción Semanal "Fertex"

PRODUCCIÓN CONJUNTOS DEPORTIVOS -FERTEX			
Tallas	Producción diaria	Producción semanal	Total%
1	10	50	12.5
2	15	75	18.75
4	25	125	31.25
6	10	50	12.5
8	5	25	1.25
10	5	25	1.25
12	5	25	1.25
14	5	25	1.25

Elaborado por: Autora

Fuente: Empresa Fertex

Mediante el análisis de la tabla 9, se concluye que los conjuntos deportivos de la talla 4 son los que más se confeccionan, ya que se producen 125 prendas semanalmente, por tanto, será el producto estrella a tratar en el desarrollo del presente proyecto de investigación.

NIVEL DE PRODUCTIVIDAD INICIAL DE LA EMPRESA FERTEX

En la Tabla 10 se detalla cada uno de los datos útiles para el cálculo de la productividad inicial en cuanto a la confección de conjuntos deportivos de la talla 4.

Tabla 10 Datos para Cálculo Productividad

DATOS EMPRESA FERTEX	
Productos obtenidos	25 prendas
Costo mano de obra	\$16.2
Costos indirectos de fabricación	\$4,6
Costo materia prima	\$312,53

Elaborado por: Autora

Fuente: Empresa Fertex

$$\mathbf{Productividad} = \frac{25 \text{ prendas}}{(16,2+4,6+312,33)\$} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$\mathbf{Productividad} = 0,75 \frac{\text{prendas}}{\$}$$

Una vez que se realizaron los cálculos pertinentes con los datos que nos proporcionó el departamento financiero, se obtiene como resultado un 75% de productividad multifactorial inicial de la empresa Fertex, como se puede constatar es un porcentaje bueno, pero en comparación del porcentaje de un año atrás, la productividad ha disminuido en un 5%, por lo que se realizará un análisis que permita conocer el área crítica, y los problemas que tiene, para dar posibles soluciones, y de esta manera mejorar el proceso de producción.

3.4 IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN CRÍTICA

El presente estudio de investigación se enfocó en la línea de producción de conjuntos deportivos para niñas (chompa, pantalón), en la talla 4, debido a la gran demanda que este producto tiene en el mercado, generando ingresos considerables a la empresa.

Para el levantamiento de información se realizó una lluvia de ideas con la participación de los operarios de la empresa, con la finalidad de recopilar la información necesaria para constatar los problemas que tienen cada uno de ellos en cada área.

La lluvia de ideas fue realizada en primera instancia a las 6 operarias que se encuentran en el proceso productivo, para tener conocimiento de las inconformidades que tienen cada una de ellas en sus puestos de trabajo al momento de confeccionar los conjuntos deportivos, específicamente en el área de diseño, corte, confección, y empaque, para analizar la prioridad de los distintos problemas existentes, para ello las operarias supieron exponer la siguiente información:

A continuación se muestran los resultados.

- **Proceso de Diseño**
 - Error en escala de mediciones
 - Número de piezas no acorde al molde
- **Proceso de Corte**
 - Defectos en las prendas por error del tendido de tela, debido a las características de la tela o mano de obra.
 - Coloca una excesiva cantidad de capas de tela, y al momento de efectuar el corte causar que no exista uniformidad en las piezas.
 - Falta de precisión al momento de ubicar el trazo sobre las capas de tela.
 - Falla del método de corte, por error de la mano de obra.
 - Falta de materia prima y/o insumos que ocasionan esperas en el proceso.
- **Proceso de Confección.**
 - Unión de piezas disparejas, que causa reprocesos.
 - Error de cosido en las prendas por falta de calibración en la maquinaria. O error de la mano de obra.
- **Procesos de empaque (almacenamiento)**
 - Mala organización del producto terminado, que ocasionan daños en la prenda.

Mediante la información analizada y el criterio del Propietario de la empresa, se procedió una matriz de priorización con la finalidad de definir el área más crítica. Los puntajes de criterios para la matriz son: (5) relación extremadamente fuerte (4) relación fuerte, (3) relación moderada, (2) relación débil, y (1) relación extremadamente débil y (0) no hay relación. En la tabla 11 se observa la matriz realizada con el personal encargado de producción.

Tabla 11 Matriz de priorización de área crítica

Nº	Descripción	Proceso	Criterios				Total Puntuación
			Producc.	Calidad	Tiempo de entrega	Costo	
1	Error en escala de mediciones	Diseño	4	3	3	4	3.5
2	Número de piezas no acorde al molde	Diseño	4	3	3	3	3.25
3	Error de tendido de tela	Corte	5	5	5	4	4.75
4	Excesiva cantidad de capas de tela	Corte	5	4	4	5	4.5
5	Mal ubicación de trazo	Corte	5	4	4	4	4.25
6	Fallo método de corte	Corte	4	5	4	4	4.25
7	Falta de materia prima e insumos	Corte	4	3	3	2	3
8	Unión de piezas disperejas	Confección	2	4	1	3	2.5
9	Error de cosido en prendas	Confección	2	3	3	3	2.75
10	Mala organización producto terminado	Empaque	1	2	1	2	1.5

Elaborado por: Autora

Con los resultados obtenidos se puede definir que el área de corte, cuenta con mayor número de problemas, los cuáles provocan mayor impacto negativo al momento de confeccionar los conjuntos deportivos que ofrece Fertex, por tanto, se determina que ésta área será motivo de estudio.

3.5 METODOLOGÍA DEL PROYECTO

MICEPS es una metodología que relaciona los requerimientos del cliente con los sistemas productivos, siendo una de las metodologías más eficientes al momento de

mejorar el rendimiento de una empresa. MICEPS fue aplicada en la empresa Fertex, en la línea de producción de conjuntos deportivos para niñas (chompa, pantalón), en la talla 4, debido a la gran demanda que este producto tiene en el mercado, a través de la aplicación de las fases de la metodología mencionada, se pretende mejorar la productividad de los procesos de producción textil, obteniendo como resultado final un impacto positivo, en dónde la empresa es el beneficiario directo.

Se detalla a continuación el procedimiento para la realización de cada etapa.

3.5.1 PRIMERA FASE: ANÁLISIS DE PROCESO

El presente estudio de investigación se ha enfocado en primer lugar en el análisis del proceso, el cual, mediante visitas técnicas, fotografías, y previas entrevistas con el Gerente Propietario y operarias de cada área de trabajo, permitirá recopilar la información necesaria para el levantamiento de los procesos de la empresa.

Con la información recolectada se procederá a realizar un flujograma, para identificar de manera más concisa los procesos y subprocesos que intervienen en la confección de conjuntos deportivos para niñas y niños.

Posteriormente se elaborará el diagrama de procesos de Corte, en donde se detalla el tiempo, distancia y símbolo de las etapas o subprocesos identificados, dichos diagramas permiten evidenciar la secuencia de cada una de las etapas y permite tener una mejor captación de los subprocesos de la empresa.

Finalmente, se realizará un diagrama SIPOC de los subprocesos con la intención de plasmar los proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes involucrados, lo cual permitirá conocer más detalladamente cómo funciona la empresa Fertex.

3.5.2 SEGUNDA FASE: IDENTIFICACIÓN DE CTS (CRÍTICOS DE SATISFACCIÓN PARA EL CLIENTE)

En la segunda fase se procederá con la identificación de los CTS, para el presente estudio se realizará una entrevista a los clientes principales de la empresa como son: Cliente externo (clientes frecuentes del mercado mayorista de Ambato y Quito) y Cliente interno (área de producción y ventas), con el propósito de conocer las variables que afectan a la satisfacción del cliente, y la relación que éstas tienen con las áreas de la empresa, una vez recolectados los datos, se clasificó los CTS dentro de la tipología CTD (crítico de entrega), CTQ (crítico de calidad) y CTC (crítico de costo). Se elaborará una tabla de los CTS para los clientes externos y otra tabla para los clientes internos, y finalmente se realizará una matriz donde se combinaron los CTS de los clientes principales de la empresa.

3.5.3 TERCERA FASE: CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE INFLUENCIAS VARIABLE-PROCESO

En esta fase se establecerá las variables que intervienen en cada subproceso con la información que nos supo manifestar el Gerente de la empresa, seguidamente se realizará la matriz de influencias variable-proceso, para determinar los subprocesos con mayor presencia de variables a lo largo de la línea de producción, los subprocesos resultantes que cuenta con mayor número de variables, serán estudiados en el presente proyecto de investigación para posteriormente dar posibles soluciones a los problemas que existen.

3.5.4 CUARTA FASE: CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE INFLUENCIAS CTS-VARIABLES DE PROCESO

Para poder realizar la matriz de influencias CTS-VARIABLES del proceso se realizará una lluvia de ideas dirigida a: la Gerencia, operarias de corte, con el fin de analizar y definir las variables más comunes que inciden en la calidad del producto, por lo que provocan satisfacción del cliente.

También se establecerá la prioridad entre las alternativas definidas con los CTS (Críticos de satisfacción del cliente), para ello la participación del grupo de trabajo se indispensable, ya que definen la variable más relevante.

En la Tabla 12 se muestra los criterios de los puntajes utilizados al momento de realizar la matriz establecida

Tabla 12 Criterios de Puntajes

Valor	Descripción
5	Relación extremadamente fuerte
4	Relación fuerte
3	Relación moderada
2	Relación débil
1	Relación extremadamente débil
0	No hay relación

Elaborado por: Autora

Se colocará la puntuación correspondiente según la apreciación del grupo de trabajo y para finalizar se elaborará el diagrama de Pareto con las variables de mayor frecuencia, con el propósito de generar insumos para la construcción de la matriz AMEF.

3.5.5 QUINTA FASE: ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA EN EL PROCESO

En la quinta fase, se construirá una matriz AMEF que permitirá detectar los modos de falla críticos en la línea de producción de calentadores para niña, para el crítico de mayor importancia, se realizará un plan de acción con la finalidad de garantizar el cumplimiento de la satisfacción del cliente.

Para la elaboración y desarrollo del AMEF, se establecerá un grupo de trabajo de 4 personas integrado por: Gerente de Fertex, Operario Corte, 1 Operaria de Confección y un cliente externo, con la intención de conocer y analizar sus criterios, de tal manera que el desarrollo del AMEF sea fructífero.

Como paso inicial detallamos el producto o punto relevante a tratar, seguidamente mencionamos la operación o función a la que pertenece, e identificamos el modo de falla, que es la actividad que se realiza de manera incorrecta, y a su vez el efecto de falla, que es la consecuencia de la actividad ejecutada de manera incorrecta, posteriormente procedemos a colocar el número de Severidad (S) de acuerdo a la Tabla de Criterios y puntuaciones para la severidad (Ver figura 37).

Luego detallamos las causas de falla con su respectiva puntuación de acuerdo a la Tabla de los Criterios para la calificación de la probabilidad de ocurrencia (o) (Ver figura 38).

Con la entrevista que se realizará al Gerente, detallamos si existe o no control de cada operación o función, y colocamos el valor pertinente de Probabilidad de no detección (D) a través de la Tabla Probabilidad de detección (Ver figura 39).

Luego se realizó el cálculo de NPR, que viene a ser la multiplicación de $(S \cdot o \cdot D)$.

Para finalizar se identifica posibles acciones correctivas para poder mejorar el proceso productivo.

EFEECTO	CRITERIO: SEVERIDAD DEL EFECTO SOBRE EL CLIENTE FINAL Y/O SOBRE EL PROCESO DE MANUFACTURA	PUNTUACIÓN
Peligroso-sin aviso	<p>Cliente: muy alto grado de severidad cuando el modo de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra incumplimiento de regulaciones gubernamentales con previo aviso.</p> <p>Proceso: puede dañar al operador (máquina o ensamble) sin previo aviso.</p>	10
Peligroso-con aviso	<p>Cliente: muy alto grado de severidad cuando el modo de falla afecta la operación segura del producto y/o involucra incumplimiento de regulaciones gubernamentales sin previo aviso.</p> <p>Proceso: puede dañar al operador (máquina o ensamble) con previo aviso.</p>	9
Muy alto	<p>Cliente: el producto o la parte son inoperables, debido a la pérdida de su función primaria.</p> <p>Proceso: el 100% de la producción puede tener que ser desechada o reparada en el departamento de reparaciones en un tiempo mayor a una hora.</p>	8
Alto	<p>Cliente: el producto/parte operable, pero con bajo nivel de desempeño.</p> <p>Proceso: el producto tiene que ser clasificado y una porción (menor al 100%) desechada o el producto/ parte reparada en el departamento de reparaciones en un tiempo entre 30 y 60 minutos.</p>	7
Moderado	<p>Cliente: el producto/parte operable, pero con dispositivos de confort/conveniencia inoperables. El cliente está insatisfecho</p> <p>Proceso: una porción (menor al 100%) del producto puede tener que ser desechada sin clasificación o el producto/parte reparada en el departamento de reparaciones en un tiempo de media hora.</p>	6
Bajo	<p>Cliente: el producto/parte operable, pero con dispositivos de comodidad/conveniencia operado en un nivel reducido de desempeño.</p> <p>Proceso: el 100% del producto puede tener que ser retrabajado o el producto/parte reparado fuera de la línea, pero no tiene que ir al departamento de reparaciones.</p>	5
Muy bajo	<p>Cliente: ajuste, acabado/rechinido y golpeteo de la parte presentan no conformidades. El defecto es apreciado por la mayoría de los clientes (más del 75%).</p> <p>Proceso: el producto puede tener que ser clasificado sin desperdicio y una porción (menos del 100%) retrabajarse.</p>	4
Menor	<p>Cliente: ajuste, acabado/rechinido y golpeteo de la parte presentan no conformidades. El defecto lo notan el 50% de los clientes.</p> <p>Proceso: una porción (menor al 100%) del producto puede tener que ser retrabajada sin desperdicio en la línea pero fuera de la estación.</p>	3
Mínimo	<p>Cliente: ajuste, acabado/rechinido y golpeteo de la parte presentan no conformidades. El defecto notan sólo clientes exigentes (menos del 25%).</p> <p>Proceso: una porción (menor al 100%) del producto puede tener que ser retrabajada sin desperdicio en la línea pero en la estación.</p>	2
Ninguno	<p>Cliente: sin efecto apreciable para el cliente. Ligeros inconvenientes de operación o para el operador.</p> <p>Proceso: sin efecto para el proceso.</p>	1

Figura 35. Criterios y puntuaciones para la severidad
Fuente: (Gutierrez, 2013)

PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE LA CAUSA QUE PROVOCA LA FALLA	TASA DE FALLA	PUNTUACIÓN
Muy alta: Fallas persistentes	> 100 por cada mil piezas	10
	50 por cada mil piezas	9
Alta: Fallas frecuentes	20 por cada mil piezas	8
	10 por cada mil piezas	7
Moderada: Fallas ocasionales	5 por cada mil piezas	6
	2 por cada mil piezas	5
	1 por cada mil piezas	4
Baja: Relativamente pocas fallas	0,5 por cada mil piezas	3
	0,1 por cada mil piezas	2
Remota: la falla es improbable	0,01 por cada mil piezas	1

Figura 36. Criterios para la calificación de la probabilidad de ocurrencia
Fuente: (Gutierrez, 2013)

DETECTABILIDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes.	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.	2 - 3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción.	4 - 6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7 - 8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final.	9 - 10

Figura 37. Probabilidad de detección
Fuente: (Gutierrez, 2013)

3.5.6 SEXTA FASE: DISEÑO DE PUNTOS DE CONTROL EN EL PROCESO

El objetivo estratégico del presente proyecto de investigación se cumple hasta la Fase 5, ya que en el alcance se definió realizar un plan de acción para mejorar la productividad de la empresa, pero se procederá a realizar la fase 6, donde se llevará a cabo las actividades del plan de acción menos costosa y de menor tiempo, para comprobar la mejora del proceso crítico y por ende el progreso de la empresa Fertex.

Para ello en esta etapa, se realizará el diseño de métricos para el control de los efectos de falla identificados previamente a través del AMEF. Posteriormente, se definirán puntos de control en la línea de producción sobre el subproceso de corte y luego se asignarán actividades de inspección.

MUESTRA

Como parte de la metodología se elaborará un plan de muestreo de la operación establecida pertinentemente. Se tomará en cuenta para la medición las variables del conjunto deportivo para niña. Expuesto en la tabla 13.

Tabla 13 Variables del conjunto deportivo

CHOMPA	PANTALÓN
L1 Largo chompa	L1 Largo pantalón
L2 Largo manga	A1 Ancho entrepierna
A1 Ancho chompa	A2 Ancho cintura
	A3 Ancho cadera
	A4 Ancho basta

Elaborado por: Autora

Fuente: Empresa Fertex

En la tabla 13 se menciona todas las variables del conjunto deportivo para niña, pero cabe recalcar, que solo se realizó la medición de 3 variables, una variable de la chompa

(L1=largo chompa), y dos variables del pantalón (L1=largo pantalón, A2= ancho cintura), obteniendo tres variables finales, se consideró dichas variables ya que sus medidas son las que más varían, según el Gerente y las operarias de confección, ya que han realizado una serie de controles, obteniendo como resultado histórico las variables mencionadas debido que tienden a variar con frecuencia.

Posteriormente se definirá el pedido o lote de prendas a evaluar, en este caso fue un lote de 125 conjuntos deportivos, equivalentes a la producción promedio semanal.

Considerando la producción promedio semanal de prendas deportivas, se trabajó con la ecuación pertinente para el cálculo, siendo esta:

$$n = \frac{N\sigma^2z^2}{e^2(N-1)+\sigma^2z^2} \quad \text{Ecuación 11}$$

Donde, de acuerdo a los datos de estudio y considerando un nivel de confianza del 95% y un error muestral del 5%, tenemos:

Dónde:

$$N = 125$$

$$Z = 1,96$$

$\sigma = 0,5$, un valor constante debido a que se desconoce la desviación estándar de la población.

$$e = 0,5$$

Siendo así, reemplazamos:

$$n = \frac{125(0,5)^2(1,96)^2}{0,05^2(125 - 1) + (0,5)^2(1,96)^2}$$

$$n = 94.49$$

Para la toma de las diferentes muestras se trabajó con un número de 5 observaciones de prendas en forma consecutiva y dejar pasar 5 prendas, y volver a seleccionar 5 prendas más, esta actividad es repetitivo hasta cumplir con el número de muestras establecido.

Una vez que se obtuvo el tamaño de la muestra de cada una de las variables de estudio, es decir tanto para la chompa como para el pantalón, se procedió a levantar el conjunto de datos.

Los datos a obtener servirán para poder elaborar los gráficos de control en el software de datos estadísticos recolectados (MINITAB).

Mediante la ecuación obtenemos un tamaño de lote= 95 prendas y $\alpha = 95\%$, procedemos a realizar la prueba de hipótesis z que permite conocer el valor z, la probabilidad y conocer si se rechaza o no las hipótesis planteadas, luego se realizará el estudio de dimensiones (ancho, largo) de las variables establecidas del conjunto deportivo, mediante cartas de control \bar{X} - R, además de diseñar la gráfica cp, lo que permitirá conocer la capacidad del proceso, y mediante el resultado que arrojó, tomar medidas para mejorar el proceso. Para concluir, después de establecer un plan de acción, se toma nuevamente una muestra de 95 prendas, y se realiza la gráfica cp nuevamente, para hacer la comparación correspondiente, y se realiza el cálculo de la productividad, definiendo si existe mejoras, lo cual será beneficioso para la empresa.

CAPITULO 4.

4 ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este capítulo desarrollaremos cada etapa de la metodología MICEPS que usa el control estadístico para mejorar la productividad de los sistemas de producción, mediante la relación de los clientes y los procesos involucrados. El caso de estudio está enfocado al área de corte, ya que esta área es la que presenta mayores problemas dentro de los procesos productivos como se pudo constatar en el diagnóstico situacional del punto 3.4. A continuación se detalla las actividades realizadas en cada fase de la metodología:

4.1 PRIMERA FASE: ANÁLISIS DE PROCESO

En la fase inicial se estableció el flujograma del proceso de corte de la empresa Fertex, para observar de manera general como se desempeña la empresa e identificar los sub procesos involucradas y definir los proveedores, entradas, salidas y clientes de los mismos, mediante la aplicación del Diagrama de Procesos y el Diagrama SIPOC en el área crítica previamente diagnosticada.

4.1.1 FLUJOGRAMA PROCESO DE CORTE

Para conocer de manera general el proceso de corte, se elaboró un flujograma detallado en la figura 40 el cual permitió identificar los subprocesos y actividades que se ejecutan dentro de la etapa del proceso crítico.

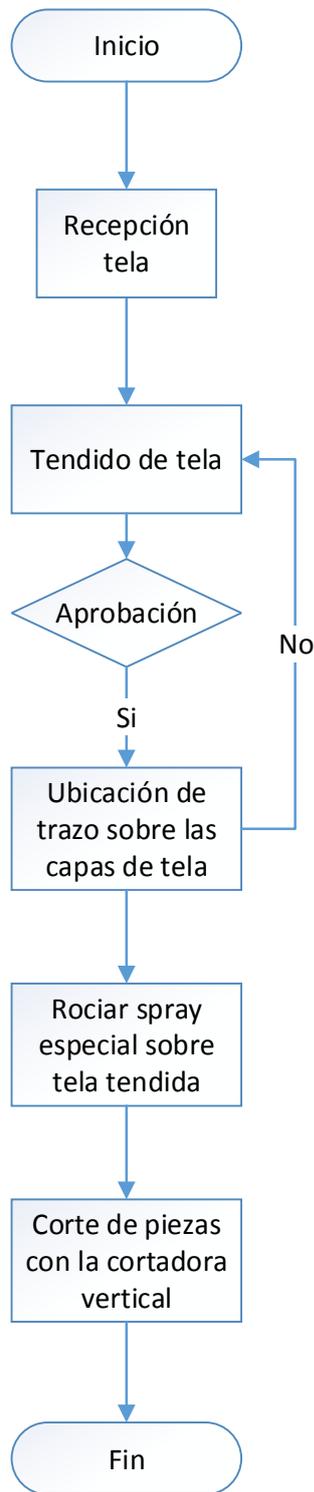
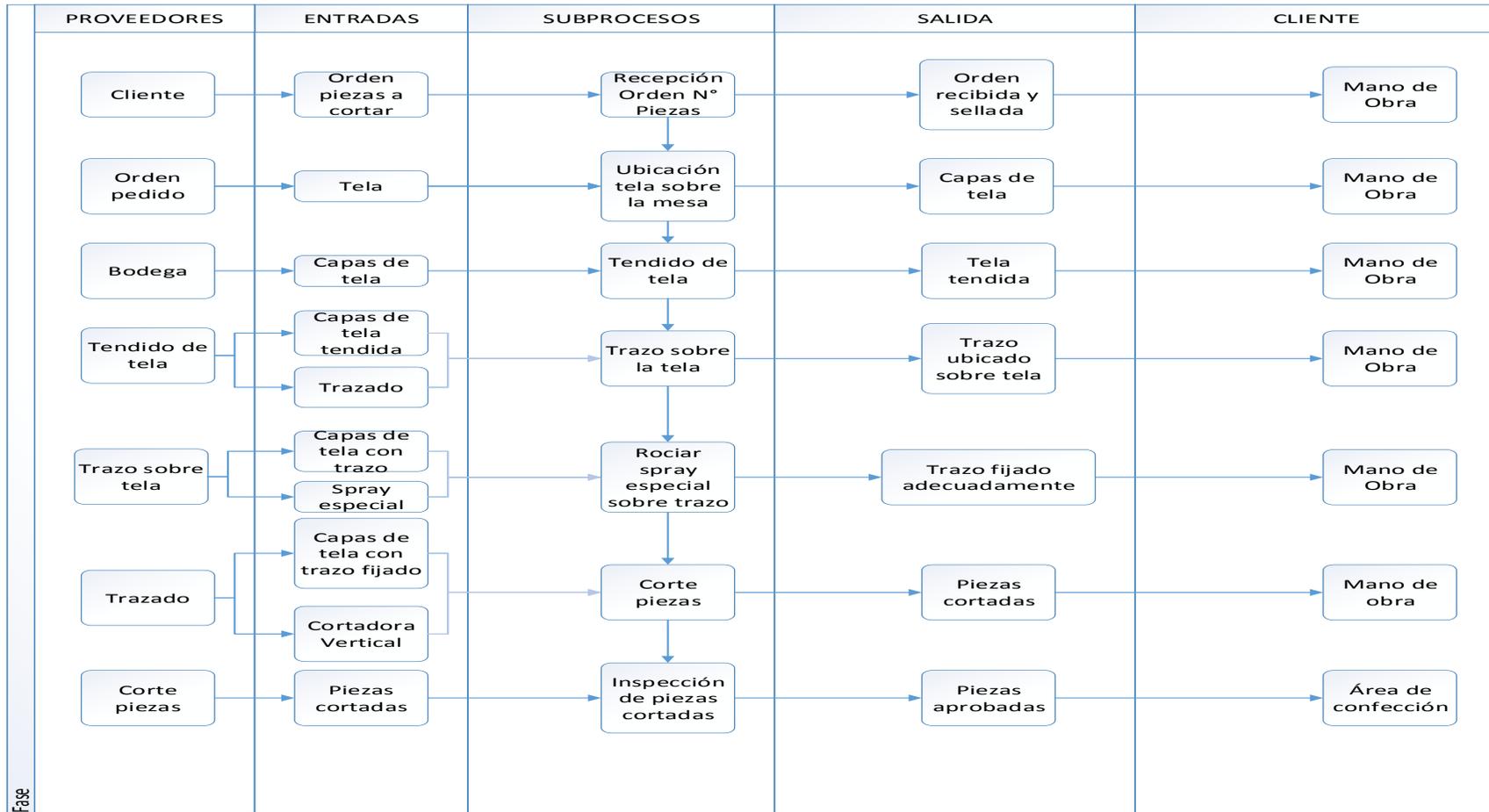


Figura 38. Flujograma del área de corte
Elaborado por: Autora
Fuente: Empresa Fertex

De acuerdo a la figura 40, el proceso de corte inicia con la recepción de tela, para continuar con el tendido de tela, en este punto el operario tiende el número de capas de tela de acuerdo a la orden del número de piezas solicitadas, si la tela no está tendida correctamente la actividad se debe repetir hasta que está este bien ejecutada, y, si la operación se realizó adecuadamente continua el proceso ,y se procede a colocar las láminas de plotter, o el trazo sobre las capas de tela con la finalidad, y se pone un spray especial sobre las mismas con la finalidad que no se mueva la lámina del diseño de piezas y finalmente el operario realiza el corte de las piezas de la prenda a confeccionar con la cortadora vertical.

4.1.2 DIAGRAMA SIPOC

En la figura 41 se detalla el Diagrama SIPOC de los subprocesos involucrados, donde se definen los proveedores, entradas, salidas y los clientes, que intervienen en cada una de las etapas establecidas en el Diagrama de Procesos de Corte.



Fase

Figura 39 SIPOC Subproceso Corte

Elaborado por: Autora

Fuente: Empresa Fertex

Como se puede observar existen 7 subprocesos dentro del Proceso de Corte, la identificación de estas etapas es de suma importancia, ya que posteriormente a partir de éstos, se realizará un análisis de cada una de ellas.

El primer subproceso definido es la recepción de la orden del número de piezas a cortar, seguido de la ubicación de la tela sobre la mesa, tendido de tela, luego se procede a la colocación del trazo sobre las capas de la tela, posteriormente se esparce el spray especial sobre la tela para que se fije el trazo, finalmente se realiza el corte de las piezas solicitadas y se realiza la inspección de las mismas.

Una vez definidos los subprocesos, se han identificado las entradas, salidas y clientes de cada uno de ellos, con el propósito de obtener la información necesaria para el desarrollo del presente proyecto de investigación.

4.2 SEGUNDA FASE: IDENTIFICACIÓN DE CTS (CRÍTICOS DE SATISFACCIÓN PARA EL CLIENTE)

Para el levantamiento de información se ha realizado una encuesta a los clientes internos y externos de la empresa, con la finalidad de recopilar la información necesaria, conocer sus necesidades y expectativas ante el producto final que ofrece Fertex. Dentro de clientes internos tenemos al área de producción y ventas, mientras que como clientes externos se tiene a mercados minoristas y mayoristas de Quito y Ambato.

A través de los resultados obtenidos a través de la encuesta se realizó la Tabla 14 donde se menciona los críticos de los clientes internos, y los procesos relacionados con el cumplimiento de cada uno de ellos.

Tabla 14 Críticos de satisfacción de los clientes internos

Cliente	CTS	Procesos relacionados con el cumplimiento de CTS	
Cliente interno (Área Producción-Ventas)	CTD	Tamaño correcto del pedido	Producción, Ventas
		Entrega a tiempo del producto	Producción, Ventas
	CTQ	Variabilidad de tallas	Producción
		Defectos en costura	Producción
		Defectos en ensamble	Producción
		Defectos por mancha	Producción
	CTC	Porcentaje bajo de desperdicios de materia prima e insumos	Producción
		Reducción de tiempo ocioso	Producción
		Bajo índice de reproceso	Producción

Elaborado por: Autora

En la tabla 14 se puede observar que las variables que tienen más importancia para el cliente interno son:

- Crítico de entrega (CTD) tiene 2 variables: tamaño correcto de pedido, y entrega a tiempo de pedido, dichas variables están relacionadas con el área de producción y ventas, según el criterio de los clientes, éstos tiene relación con Producción porque depende de la forma en como las trabajadoras operan para satisfacer la demanda, y de ventas ya que la operaria de esta área debe realizar de manera correcta el despacho del pedido, además de prestar un buen servicio al cliente.
- Críticos de calidad (CTQ) tiene 4 criterios: variabilidad de tallas, defectos en costura, defectos en ensamble, y defectos por manchas. Los criterios definidos se relacionan con el área de producción, ya que son los encargados directos de la confección de prendas ofertadas por Fertex.
- Las variables que están dentro de los críticos de costos (CTQ) son 3 y son las siguientes: Porcentaje bajo de desperdicios de materia prima e insumos, reducción

tiempo ocioso, y bajo índice de reproceso, éstas variables de igual manera están relacionadas con el área de producción, porque la mayoría de mudas pueden evitarse en el proceso operativo.

CRÍTICOS DE SATISFACCIÓN DE LOS CLIENTES EXTERNOS

Continuando con los requerimientos del cliente, se realizó una encuesta a los clientes más sobresalientes del mercado mayorista y minorista de Quito y Ambato, ya que también es de suma importante conocer las variables que influyen en la calidad de los conjuntos deportivos que ellos adquieren.

Las preguntas a los clientes se realizaron durante una visita con la compañía del Gerente, se tomó una muestra de 3 clientes debido que él identifica sus clientes de mayor influencia para su empresa, se procedió a tomar apuntes de los requerimientos de cada uno de ellos y posteriormente se registró los resultados en un solo documento para facilitar la identificación de las variables determinadas. En la Tabla 15 se indica los resultados de los críticos de satisfacción de los clientes externos.

Tabla 15 Críticos de satisfacción de los clientes externos

Cliente		CTS	Procesos relacionados con el cumplimiento de CTS
Cliente externo (Mercados minoristas y mayoristas de Quito y Ambato)	CTD	Tamaño correcto del pedido	Producción, Ventas
		Entrega a tiempo del producto	Producción, Ventas
		Cumplimiento de las especificaciones técnicas del producto	Producción, Ventas
		Producto correctamente embalado	Producción
	CTQ	Variabilidad de tallas	Producción
		Defectos en costura	Producción
		Defectos en ensamble	Producción
		Defectos por mancha	Producción
	CTC	Precio atractivo del producto	Ventas

Elaborado por: Autora

A partir de la tabla 15 se determinó los siguientes puntos de análisis:

- Se obtiene como resultado que dentro de CTD existen 4 variables importantes ante los clientes externos: Tamaño correcto del pedido, entrega a tiempo del producto, cumplimiento de las especificaciones técnicas del producto y producto correctamente embalado, como se puede observar en la tabla, los procesos relacionados con los CTS son: producción y ventas.

De igual manera los clientes opinan que producción es el área fundamental para que sus pedidos cumplan con sus exigencias, y por otra parte esta ventas que se encargado de proveer los pedidos según la demanda del cliente.

- Dentro de los CTQ se encuentran las siguientes variables: variabilidad de tallas, defectos en costura, defectos por ensamble y defectos por mancha, las cuales están relacionados únicamente con el área de producción.

A través de los resultados, se pueden concluir en los CTQ de los clientes internos, son semejantes a los CTQ de los clientes externos, lo que demuestra que las 4 variables establecidas, tienen gran impacto en la calidad del producto final. Y, para terminar, las variables identificadas como CTC es: precio atractivo del producto, la cual está relacionada con ventas, porque plantea el precio del producto demandado.

4.2.1 MATRIZ DE PROCESOS DE LA EMPRESA RELACIONADOS CON LOS CTS DEL CLIENTE

Una vez que conocemos los requerimientos tanto de los clientes internos como externos, procedemos a realizar la matriz general donde intervienen todas las variables determinadas anteriormente en la Tabla 14 y Tabla 15.

A continuación, se muestra en la Tabla 16 la matriz de los críticos de los clientes, que se relacionan con los procesos de la compañía.

Tabla 16 CTS de los clientes internos y externos

Cliente		CTS	Procesos relacionados con el cumplimiento de CTS
CLIENTES INTERNOS-EXTERNOS	CTD	Tamaño correcto del pedido	Producción, Ventas
		Entrega a tiempo del producto	Producción, Ventas
		Entrega a tiempo de las especificaciones técnicas del producto	Producción, Ventas
		Producto correctamente embalado	Producción
	CTQ	Variabilidad de tallas	Producción
		Defectos en costura	Producción
		Defectos en ensamble	Producción
		Defectos por mancha	Producción
	CTC	Precio atractivo del producto	Ventas
		Porcentaje bajo de desperdicios de materia prima e insumos	Producción
		Reducción de tiempo ocioso	Producción
		Bajo índice de reproceso	Producción

Elaborado por: Autora

Una vez que se obtuvo los resultados de los críticos de los clientes tanto internos como externos, se elaboró la matriz citada en la Tabla 16 donde se observa todos los críticos que son importantes ante los ojos de los clientes, y los procesos del área productiva que tienen relación con cada uno de ellos, de acuerdo al grado de influencia que tienen al

momento de cumplir con las expectativas y necesidades del cliente, para obtener un producto de calidad.

Es esencial conocer y analizar la información que proporcionan los clientes, porque el principal objetivo de la empresa Fertex es brindar satisfacción al cliente mediante el producto que ofertan, por ello se trata de enfocarse en los datos recolectados para realizar un estudio al proceso textil y cada vez mejorar la calidad del producto demandado.

4.3 TERCERA FASE: CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE INFLUENCIAS VARIABLE-PROCESO

En este punto se establecieron las variables que afectan al proceso en cada subprocesso identificado en el diagrama SIPOC de la Ilustración 41. Las variables del proceso que se determinaron son aquellas que pueden causar cambios ya sea en la entrada o salida del proceso, afectando de esta manera al producto.

4.3.1 ETAPAS DE LA LINEA DE PRODUCCIÓN (CORTE)

A través del Diagrama SIPOC de corte citado en la figura 41 y el Diagrama de procesos expuesto en la figura 30, se identificaron los siguientes subprocessos detalladas a continuación:

- a) Recepción de orden de pedido (piezas a cortar)
- b) Ubicación de tela sobre la mesa
- c) Tendido de la tela
- d) Trazo sobre las capas de tela
- e) Rociar un spray sobre el trazo y la tela
- f) Corte de piezas

g) Inspección de piezas cortadas

4.3.2 VARIABLES DE PROCESO PRESENTES EN LAS ETAPAS DE CORTE

Se identificaron 7 etapas involucradas en el proceso de corte, a continuación, en la Tabla 17 se definieron las variables para cada etapa, que han sido analizadas.

Tabla 17 Variables presentes en cada sub-proceso (etapa)

Nº	Sub-Proceso (etapas)	Variables
	Recepción de orden de pedido (piezas a cortar)	Verificación de orden
		Cantidad correcta de capas de tela
	Ubicación de tela sobre la mesa	Cantidad correcta de capas de tela
		Amontonamiento de tela
	Tendido de la tela	Uniformidad tendido tela
		Cantidad correcta de capas de tela
		Medición correcta de piezas
	Trazo sobre las capas de tela	Medición correcta de piezas
		Correcta ubicación de trazado sobre capas de tela
	Rociar spray especial sobre el trazo y la tela	Rociar el spray por todo el trazo
		Medición correcta de piezas
	Corte de piezas	Uso máquina cortadora
		Filo de cuchillas
		Uniformidad tendido tela
		Amontonamiento de tela
		Correcta ubicación de trazado sobre capas de tela
	Control de piezas cortadas	Medición correcta de piezas
		Uniformidad tendido tela

Elaborado por: Autora

De la Tabla 17 se obtienen los siguientes resultados:

- El subproceso: Corte de piezas presenta el mayor número de variables con 6.
- Posteriormente se encuentra el subproceso: Tendido de tela con 3 variables.

- Finalmente, los subprocesos: Recepción de orden de número de piezas a realizar, Colocación de tela sobre la mesa, Colocación de tela sobre capas de tela, Rociar spray especial sobre trazado y tela, y Control de piezas cortadas, cuentan con 2 variables.
- El subproceso Corte de piezas cuenta con 6 variables, de las cuales 3 son propias, mientras que el subproceso de Tendido de tela cuenta con una variable propia.

Por otra parte, se puede constatar que no existen variables que se presenten en los 7 subprocesos (etapas).

Las variables que tienen más presencia dentro de los subprocesos son: Medición correcta de piezas (5 subprocesos), Uniformidad tendido de tela (3 subprocesos). La medición correcta de piezas está presente en la mayoría de subprocesos debido que es una actividad clave que debe ejecutarse adecuadamente ya que genera gran impacto en el proceso de corte. La uniformidad de tendido de tela es de suma importancia al momento de realizar el corte de piezas, es por ello que se debe tener mucho cuidado cuando se está realizando esta operación, por la relevancia de la actividad mencionada, ésta se encuentra involucrada con 3 subprocesos.

4.4 CUARTA FASE: CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ DE INFLUENCIAS CTS-VARIABLES DE PROCESO

En esta fase se relacionaron las variables identificadas en la Tabla 17 con los requisitos del cliente que fueron definidas con anterioridad CTD, CTQ Y CTC.

La matriz variables-proceso es una herramienta que nos permite determinar la variable con mayor influencia dentro de los críticos del proceso de producción, en la Tabla 18 se detalla las variables determinadas, y los criterios con los que se relacionan.

Tabla 18 Matriz CTS

PROCESO		CTS												
		CTD				CTQ				CTC				
CONFECCIÓN DE CONJUNTOS DEPORTIVOS PARA NIÑAS (CORTE)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
		Tamaño correcto de pedido	Entrega a tiempo de producto	Entrega a tiempo de las especificaciones técnicas del producto	Producto correct. embalado	Variabilidad de tallas	Defectos en costura	Defectos en ensamble	Defectos por mancha	Precio atractivo del producto.	Porcentaje bajo desperdicios MP e insumos.	Reducción del tiempo ocioso	Bajo índice de reproceso	
VARIABLES	Verificación de Orden	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Cantidad correcta de capas de tela	0	4	0	0	5	0	1	0	2	1	3	1	17
	Amontonamiento de tela	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	1	9
	Uniformidad tendido tela	0	3	0	0	5	0	4	0	3	5	3	1	24
	Medición correcta de piezas	0	4	0	0	5	3	4	0	3	1	3	3	26
	Correcta ubicación de trazado	0	0	0	0	3	0	0	0	0	5	3	1	9
	Rociar el spray por toda el trazo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Uso máquina cortadora	0	4	0	0	5	0	3	0	1	1	1	1	16
	Filo de cuchillas	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	3	3	8

Elaborado por: Autora

Después de obtener los resultados en la Tabla 18, se define que la variable con mayor puntuación es la medición correcta de piezas con 26 puntos, luego esta uniformidad de tela con 24 puntos, seguida de cantidad correcta de capas con la puntuación de 17, uso de la cortadora con 16 puntos, y amontonamiento de tela con 9 puntos, siendo éstas las 5 variables que sobresalen según los resultados obtenidos.

A continuación, se construyó el Diagrama de Pareto expuesto en la figura 42, para constatar las variables más relevantes que contribuyen al cumplimiento de los CTS.

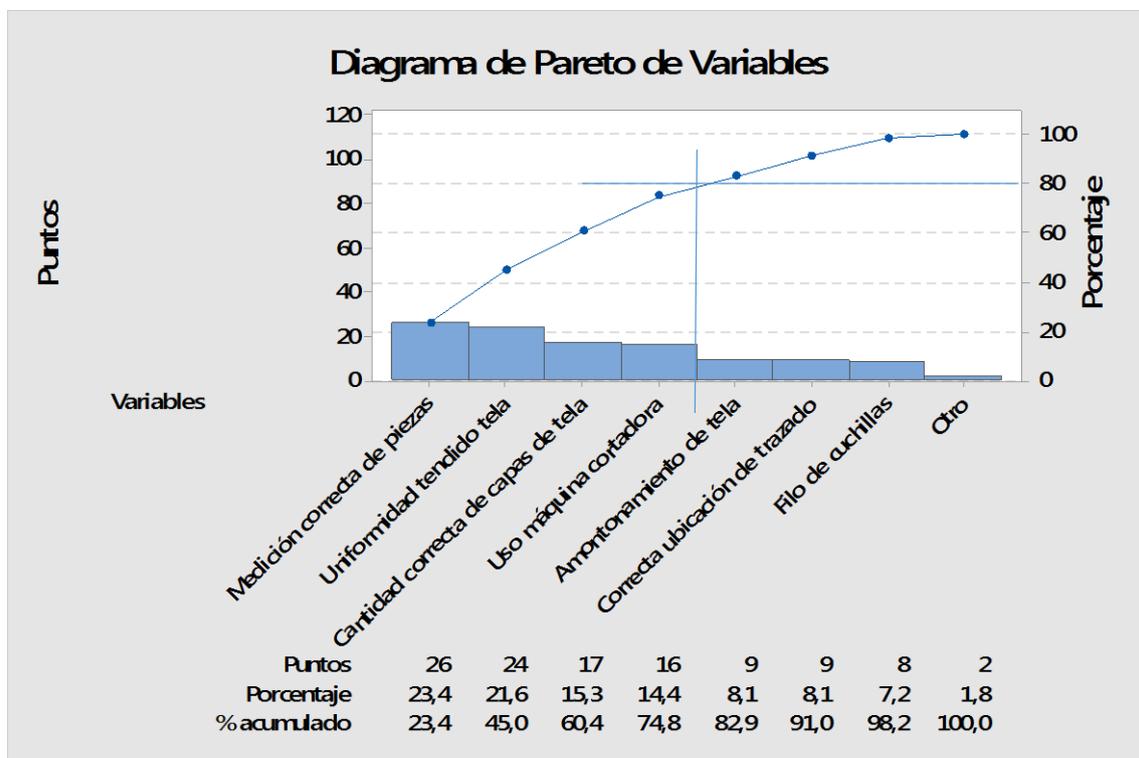


Figura 40. Diagrama de Pareto de las variables
Elaborado por: Autora

Como conclusión del Diagrama de Pareto de la figura 42, nos enfocaremos especialmente en las etapas de más importancia que generan el 80% de atributos de los clientes, teniendo como resultados las siguientes etapas:

- Medición correcta de piezas
- Uniformidad tendido tela

- Cantidad correcta de capas de tela
- Uso máquina cortadora

Las variables que se obtuvieron son aquellas que a lo largo del proceso de producción son significativas para obtener como salida un producto que sea de calidad ante los clientes, por tal razón se debe controlar y corregir los fallos existentes que ocurren en las etapas del proceso de corte para garantizar la correcta ejecución de las actividades con el objetivo de ayudar a mejorar el rendimiento de la empresa Fertex.

4.5 QUINTA FASE: ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE FALLA EN EL PROCESO

El AMEF es una herramienta que permite valorar y priorizar las posibles fallas que pueden afectar a las 4 variables destacadas del proceso de producción que se identificó anteriormente, las mismas que influyen de manera significativa en el cumplimiento de las expectativas del cliente, la finalidad de realizar el AMEF es identificar los modos de fallas, para dar posibles acciones que se pueden ejecutar para que el proceso no sea deficiente.

4.5.1 POSIBLES MODOS DE FALLO, EFECTO Y CAUSAS DE FALLO, MÉTODO DE DETECCIÓN

En la figura 43 se detalla el AMEF en el proceso de corte, donde se determinó los posibles modos de fallo, efecto y causas de fallo de las 4 variables definidas con anterioridad.

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS									
Nº de proyecto: 01		Proceso: Corte			Producto afectado: Conjunto deportivo niña(chompa-pantalón), talla 4				
Responsabilidad: Gerente Fertex		Líder del proyecto: Ing. Fernando Orellana			Elaborado por: Andrea Moreno				
		Fecha AMEF original: 16-02-2017			Última versión: 01-03-2018				
Variables	Modo de fallo	Efecto de fallo	Severidad (s)	Causas de fallo	Probabilidad de ocurrencia (o)	Control	Probabilidad de no detección (D)	NPR	Acción Correctiva
Medición correcta de piezas	La diferencia de medidas no se detecta	Falla en medidas	10	Incorrecto tendido de tela, error en método de corte	7	Visual	6	420	Establecer gráficas de control para las diferencias de medidas de piezas
	Error en el corte de piezas	Fallas en medidas	10	Mal pulso del operario	6	Visual	6	360	Capacitación a operario, control de piezas cortadas
Uniformidad tendido tela	La tela no se tiende correctamente	Fallas en medidas	10	Cantidad de tela inadecuado	7	Visual	6	420	Control de operación, verificar que no exista ondas al tender la tela
	Elasticidad de tela	Falla en medidas	7	Material de la tela	5	Visual	5	175	Control de calidad de tela
Cantidad correcta de capas de tela	Exceso capas de tela	Desperdicio tela	7	Falta control operario	6	Visual	5	280	Control de operación, establecer límite de capas de tela
Máquina cortadora	Fallo en filo de las cuchillas	Error en corte de piezas	7	Mal mantenimiento	5	Filo o cambio de cuchillas constantemente	5	175	Mantenimiento de consumibles, cada mes
Amontonamiento de tela	Método de corte inexistente	Desperdicio tela	8	Manejo pulso del operario	4	Visual	7	224	Capacitación al operador

Figura 41. Matriz AMEF
Elaborado por: Autora

4.5.2 PRIORIZACIÓN DE LOS MODOS DE FALLO

En la Tabla 19 se define la tabla previa para el desarrollo del Pareto.

Tabla 19 Desarrollo Diagrama de Pareto

Modo de fallo	NPR	% relativo	NPR Acumulados	% acumulado
La diferencia de medidas no se detecta	420	22	420	22
La tela no se tiende correctamente	420	22	840	45
Error en el corte de piezas	360	19	1200	64
Exceso capas de tela	280	15	1480	79
Método de corte inexistente	224	12	1704	91
Fallo en filo de las cuchillas	175	9	1879	100
TOTAL	1879			

Elaborado por: Autora

Mediante el Diagrama de Pareto que se presenta en la figura 44 se priorizaron los modos de fallo con mayor puntuación de acuerdo a los resultados del NPR.

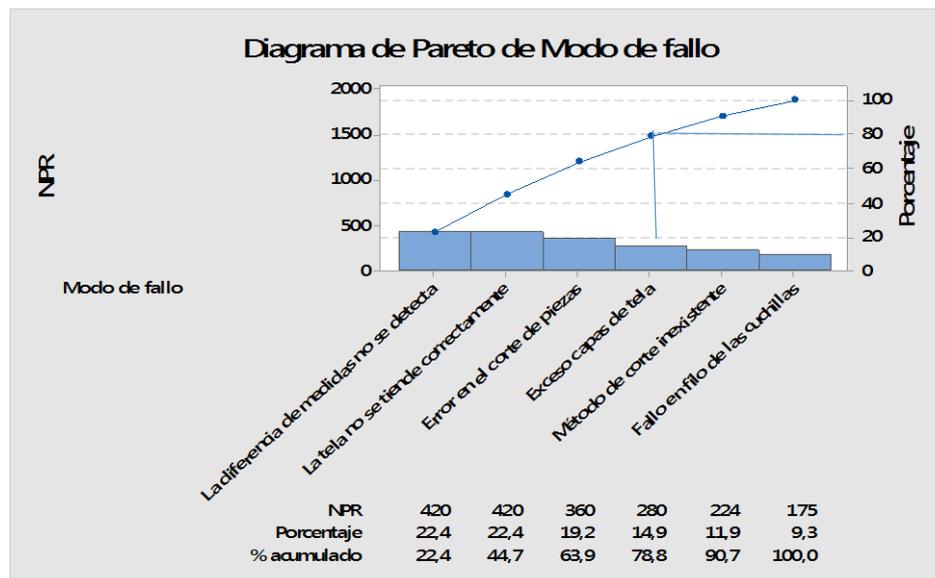


Figura 42. Diagrama de Pareto-Modo Falla

Elaborado por: Autora

Como resultado de gráfico de Pareto obtuvimos los siguientes modos de fallo de más importancia, establecidos en la Tabla 20.

Tabla 20 Modo de Fallos priorizados

Modo de fallo	NPR
La diferencia de medidas no se detecta	420
La tela no se tiende correctamente	420
Error en el corte de piezas	360
Exceso capas de tela	280

Elaborado por: Autora

A través de cálculos que se realizaron se detectaron los modos de fallo con mayor puntuación de NPR, lo que indica que dichos errores son aquellos que perjudican al producto final, y consecuentemente al proceso de corte. Para evitar o reducir los modos de fallo de más importancia, una vez que se tiene claro los errores más elocuentes se realizó un plan de acción con la intención de prevenir o reducir los modos de fallo, para de esta manera tener mayor eficiencia en el proceso de producción de calentadores para niña.

4.5.3 ACCIONES DE MITIGACIÓN O MEJORA

Luego de haber diseñado el AMEF, se ha realizado un breve análisis de las actividades que se han ejecutado para llegar a la priorización de los modos de fallo a través del valor NPR.

- Inicialmente con la ayuda del grupo de trabajo se analizó la relación de importancia entre los procesos productivos y los requisitos expuestos en la Tabla 15 que exige el cliente, seguidamente por medio del Diagrama de Pareto se

priorizan las variables establecidas En donde como resultado se obtuvo que, de 9 variables del proceso, 4 son las más relevantes para ser analizadas.

- Como siguiente paso, se dispone a el diseño de la matriz AMEF con las 4 variables definidas, determinando 6 modos de fallo, seguidamente se calculó el NPR, y nuevamente mediante el uso del Diagrama de Pareto se priorizo los modo de fallo más importantes para ser analizados
- De cierta manera al priorizar los modos de fallo, algunas variables ya no son consideradas, de las 4 variables, ahora solo quedan 3 que son: Medición correcta de piezas, uniformidad de tendido de tela y cantidad correcta de capas de tela.
- La metodología que se ha resumido previamente, ha consistido en valorizar las variables más importantes en el proceso, así como también las fallas potenciales, que tienen relación con los requerimientos del cliente (CTS).

4.5.4 PLAN DE ACCIÓN

Finalmente, el grupo de trabajo estableció un plan de acción, para la ejecución de las acciones de mejora del modo de fallos de mayor influencia citado en la Tabla 20. Se ha podido observar que existen acciones que se repiten, para la realización del plan de acción, se consideraron una sola vez.

En la Tabla 21 se detalla el Plan de Acción

Tabla 21 Plan de acción

Acciones de mitigación o mejora	Responsable del plan	Tiempo de ejecución	Recursos	Entregables	
Establecer gráficas de control para las diferencias de medidas de piezas	Jefe de Producción	1 semana	Software Minitab	\$300	Hoja de verificación
			Hoja de verificación	\$0,2	
Control de operación, establecer valores óptimos para tendido de tela	Gerente	1 semana	Hoja de inspección de datos	\$0,2	Hoja de inspección de datos
Capacitación a operario, control de piezas cortadas	Gerente	2 semanas	Computador	\$400	Hoja de inspección de datos
			Hoja de inspección de datos	\$0,2	
Control de operación, establecer límite de capas de tela- Cortadora de 6" máximo 50 capas, con una medida de 4m de largo, y un mínimo de 12 capas	Operario Corte	1 semana	Hoja de inspección de datos	\$0,2	Hoja de inspección de datos

Elaborado por: Autora

Fuente: Propia

Se establecieron cuatro acciones de mejora dentro del proceso de corte para agregar valor a las actividades que se ejecutan, por otra parte, también se definió el responsable que se hará cargo de inspeccionar y llevar a cabo el plan, se determinó el tiempo de ejecución, es decir el tiempo que demorará implementar el plan de mejora, se definió los recursos utilizados y a su vez el costo que genera cada uno de ellos.

Mediante la implementación de planes de mejora o mitigación se obtiene resultados positivos dentro del proceso de producción, generando un avance considerable de la empresa, ya que al contar con procesos estandarizados se ahorra tiempo y dinero.

4.6 SEXTA FASE: DISEÑO DE PUNTOS DE INSPECCIÓN Y CONTROL EN EL PROCESO

Como etapa final se procede al diseño de métricos para el control de los efectos de falla determinados en la matriz AMEF, en la Tabla 22 se menciona las variables, los modos de fallo, efecto de fallo, los métricos establecidos y la frecuencia de medición con la que se debe realizar las actividades, es decir se estableció los métricos para cada modo de fallo.

Tabla 22 Métricos según efecto de falla

Variables	Modo de fallo	Efecto de fallo	Métrico	Frecuencia de Medición
Medición correcta de piezas	La diferencia de medidas no se detecta	Falla en medidas	Diferencias de mediciones reales de variables de la prenda (largo-ancho)	Cada lote de producción
	Error en el corte de piezas	Fallas en medidas	Diferencias de mediciones reales de variables de la prenda (largo-ancho)	Cada lote de producción
Uniformidad tendido tela	La tela no se tiende correctamente	Fallas en medidas	Visualizar el número de ondas en las capas de tela (no debe existir ninguna)	Cada lote de producción
Cantidad correcta de capas de tela	Exceso capas de tela	Desperdicio tela	Número de capas establecido: min 12 capas de tela y máx. 50 debido a la capacidad de la cortadora vertical	Cada lote de producción

Elaborado por: Autora

Fuente: Propia

En la tabla 22 se definió los métricos para los cuatro modos de fallo que se despliegan de las tres variables. Como un métrico para la diferencia de medidas que no se detecta se estableció realizar mediciones de las variables de la prenda, llenando la hoja de inspección de la actividad, de igual manera se tomó esta medida ante el error en corte de piezas.

La tela no se tiende correctamente es otro modo de fallo, para el cuál se definió que el métrico es visualizar el número de ondas en las capas de tela, ya que para que la actividad de corte sea eficiente, la tela no deberá tener ni una onda.

Ante el exceso de capas de tela, se estableció un límite mínimo y máximo de láminas de tela, ya que, si se coloca menos del límite, las capas de tela tienden a arrugarse provocando que el operario ejecute de manera errónea la operación, y por otra parte si se excede el límite de capas, no se logran cortar la cantidad de piezas definidas, existiendo un desperdicio de tela considerable.

Posteriormente se procede a la definición de los puntos de inspección y actividades de inspección. Para los puntos de inspección se tomó como referencia el flujograma del proceso de producción, en estos puntos se procederá a la toma de valores, datos o muestras que posteriormente servirán para la realización de los gráficos de control. En la tabla 23 se expone los puntos de inspección.

Tabla 23 Puntos de Inspección

Modo de fallo	Punto de inspección
La diferencia de medidas no se detecta	Corte de piezas
La tela no se tiende correctamente	Tendido de tela
Error en el corte de piezas	Corte de piezas
Exceso capas de tela	Tendido de tela

Elaborado por: Autora

Fuente: Propia

Mediante la tabla 23 se puede concluir los siguientes puntos de inspección:

- **Medición correcta de piezas:** Es la actividad donde se debe inspeccionar los modos de fallo, para prevenir o disminuir el error de medidas en las variables de la prenda de vestir.
- **Uniformidad de tendido de tela:** Las capas de tela son un factor que influencia de manera significativa en la obtención de piezas, por ello se debe controlar la actividad en el punto de origen.
- **Cantidad correcta de capas de tela:** Es el punto de inspección definido para controlar el exceso de capas de tela, donde se deberá tomar en cuenta los límites establecidos de acuerdo a la capacidad de la cortadora vertical.

Como siguiente punto se hace un análisis de cada punto de inspección, determinando las actividades que se ejecutarán para la recolección de datos, como parte de este análisis también se tomó en cuenta en cada punto, si es necesario o no la toma de muestras de variables específicas. En la Tabla 24 se detalla los puntos de inspección previamente establecidos, las actividades a realizarse y si es necesario o no el plan de muestreo.

Tabla 24 Actividades para la recolección de datos

Punto de inspección	Actividades para la recolección de datos	Plan de muestreo
Medición correcta de piezas	Tomar una muestra según la fórmula de cálculo, y por medio del uso de la hoja de verificación medir las dimensiones de las variables definidas de la prenda	Si
Uniformidad tendido de tela	Llenar la hoja de inspección de la actividad	No
Cantidad correcta de capas de tela	Conteo de las capas de tela especificadas según capacidad de la cortadora vertical	No

Elaborado por: Autora

Fuente: Propia

Por medio de la tabla 24 se puede observar que se han definido 3 puntos de inspección, y que solo uno de ellos necesita un plan de muestreo, como es medición correcta de piezas, este monitoreo se realizará a través de la toma aleatoria de medidas de la prenda por parte del operario del área de corte con la ayuda de una cinta métrica, y llenando una hoja de control.

Las actividades consiguientes no requieren plan de muestreo debido que solo se debe controlar la ejecución de la misma, mediante hojas de inspección y a través de monitoreo visual, en este punto se tomará en cuenta los métricos establecidos en la Tabla 22 mencionada con anterioridad.

4.6.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS Z

Como se mencionó anteriormente, el tamaño de la muestra es de 95 unidades de un lote de 125 conjuntos deportivos, para cada variable que según información del grupo de trabajo tiende a variar en mayor proporción, se dividió en subgrupos de 19 con un número de muestras de 5 unidades en la Tabla 25, donde se indica los datos de la variable L1 de la chompa.

Tabla 25 Chompa- Valores Variable L1

Nº Subgrupos	CHOMPA MUESTRAS L1 (cm)					Media	Rango
	X1	X2	X3	X4	X5		
1	41,8	41,9	42,1	42	42,2	42,0	0,4
2	42	42,1	41,9	41,9	41,9	42,0	0,2
3	41,9	42,2	42	41,9	41,7	41,9	0,5
4	42	41,8	41,9	42,1	41,9	41,9	0,3
5	42,3	41,8	42,3	41,9	42,2	42,1	0,5
6	41,9	41,7	42,1	42,1	42,1	42,0	0,4
7	42,3	41,7	42,1	42,3	42,5	42,2	0,8
8	41,9	41,8	42	41,8	41,9	41,9	0,2
9	42,1	42,4	42	42	42,2	42,1	0,4
10	42,2	42,2	42	41,9	41,9	42,0	0,3
11	41,8	42,2	42,1	42	42	42,0	0,4
12	42,2	42	42,4	41,9	42,1	42,1	0,5
13	42,2	41,9	42,3	42,1	42,1	42,1	0,4
14	42	42,2	41,9	42,4	42,3	42,2	0,5
15	41,8	41,7	42,1	41,9	42,1	41,9	0,4
16	42	42	42,3	41,8	42	42,0	0,5
17	41,9	42,1	41,8	42,4	42,1	42,1	0,6
18	41,8	42	41,8	42	41,8	41,9	0,2
19	41,9	42,2	41,7	41,9	42	41,9	0,5
						42,0	0,6

Elaborado por: Autora

En la tabla 26 se presenta los valores superiores, inferiores y el valor exacto que define el cliente, es necesario conocer estos datos para posteriormente proceder a realizar la prueba de hipótesis z.

Tabla 26 Especificaciones VOC

Especificaciones	Voz del cliente							
	Chompa			Pantalón				
	L1	L2	L3	L1	A1	A2	A3	A3
LEI (cm)	41,6	39,6	39,6	49,6	37,6	19,6	31,6	11,6
VOC(cm)	42	40	40	55	38	20	32	12
LES(cm)	42,4	40,4	40,4	55,4	38,4	20,4	32,4	12,4

Elaborado por: Autora

Para el cálculo de prueba de hipótesis z, realizamos los siguientes pasos:

Paso 1: Establecer la hipótesis nula y alternativa

$H_0: \mu = \bar{X}$ La media de la población es igual a la media de la muestra

$H_1: \mu \neq \bar{X}$ La media de la población no es igual a la media de la muestra

Paso 2: Seleccionar el nivel de significancia

$\alpha = 0,05$, porque se toma en cuenta un nivel de confianza del 95%, por tanto, el valor crítico de z es 1,645

Paso 3: Se realiza el análisis estadístico aplicando la siguiente fórmula:

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

$$Z = \frac{42,02 - 42,00}{0,19/\sqrt{19}} = 1,03$$

Paso 4: Interpretación de resultado

La z crítica es 1,645, y la z calculada es de 1,03, por tanto no se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significancia de 0,05. En la figura 45 se muestra la gráfica de distribución.

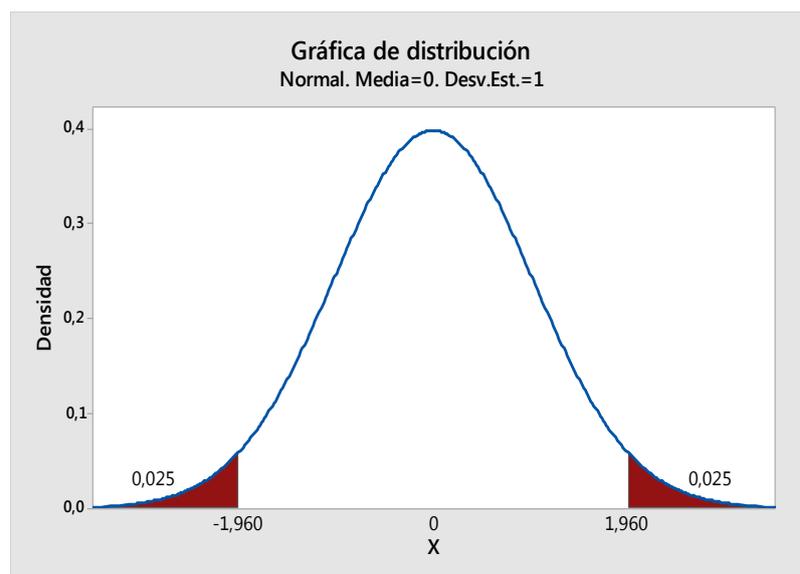


Figura 43. Gráfica de distribución
Elaborado por: Autora

Estadísticas descriptivas				Prueba	
		Error estándar de la media	IC de 95% para μ	Hipótesis nula	$H_0: \mu = 42$
				Hipótesis alterna	$H_1: \mu \neq 42$
N	Media			Valor Z	Valor p
95	42,0200	0,0195	(41,9818. 42,0582)	1,03	0,305
μ : media de Muestra					
Desviación estándar conocida = 0,19					

4.6.2 CARTAS DE CONTROL DE MEDIAS (\bar{X} -R)

Para la construcción de la carta de medias, se procedió a calcular el promedio de los promedios de los subgrupos racionales que determina la línea central de la carta, así como también se procedió a calcular los límites inferior y superior mediante las siguientes ecuaciones:

$$LCS = \bar{X} + A_2 \bar{R} \quad \text{Ecuación 8}$$

$$LCS = 42,02 + (0,577) (0,6)$$

$$LCS = 42,12$$

$$LCI = \bar{X} - A_2 \bar{R} \quad \text{Ecuación 9}$$

$$LCI = 42,02 - (0,577) (0,6)$$

$$LCI = 41,87$$

$$LCS = D_4 \bar{R} \quad \text{Ecuación 6}$$

$$LCS = (2,1144) (0,6)$$

$$LCS = 0,46$$

$$LCI = D_3 \bar{R}$$

Ecuación 7

$$LCI = (0,0000) (0,6)$$

$$LCI = 0$$

En la figura 46 se presenta la gráfica correspondiente a la variable L1 de la chompa.

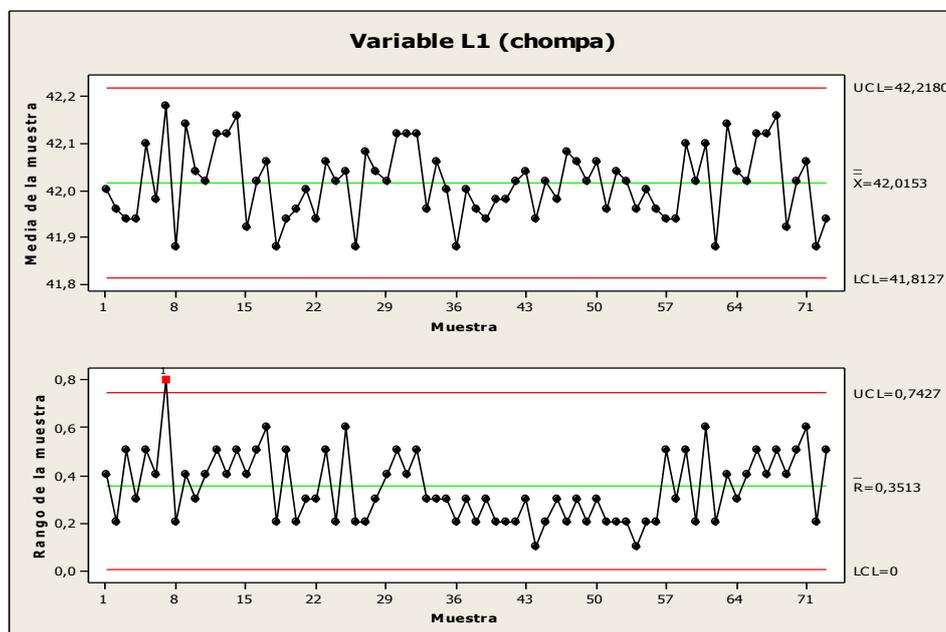


Figura 44. Gráfica L1 (chompa)

Como se observa en la figura 46 existe gran porcentaje de variabilidad entre los valores, encontrando un punto atípico, es decir un punto fuera del rango establecido, debido a este resultado se debe aplicar el plan de acción para mejorar el proceso.

4.6.3 INDICE DE CAPACIDAD (c_p)

Aplicamos la fórmula del c_p de la ecuación 11, exclusivamente para la variable en estudio L1.

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

Ecuación 11

Dónde:

$6\sigma=6$ veces la desviación estándar (variación real), debido a las propiedades de la distribución normal
 LES= límite especificación superior
 LEI= límite especificación inferior

$$C_p = \frac{42,4 - 41,6}{6(0.19)} = 0,71$$

INDICE DE CAPACIDAD POTENCIAL DEL PROCESO CR

La capacidad potencial del proceso C_r , es aquel que divide la amplitud de la variación natural de éste entre la variación tolerada, como se puede apreciar es el inverso de C_p , y está definida por la ecuación 12:

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

Ecuación 12

Dónde:

σ = desviación estándar del proceso
 LES= límite especificación superior
 LEI= límite especificación inferior
 $6\sigma=6$ veces la desviación estándar (variación real), debido a las propiedades de la distribución normal

$$C_r = \frac{6(0.19)}{42,4 - 41,6} = 1,38$$

4.6.3.1 ÍNDICES DE CAPACIDAD REAL DEL PROCESO C_{pk} , C_{pi} , C_{ps}

Se determina el cumplimiento de las especificaciones inferior y superior, mediante los índices C_{pi} y C_{ps} respectivamente, con las ecuaciones 13 y 14 planteadas a continuación:

$$C_{pi} = \frac{\mu - LEI}{3\sigma} \quad \text{Ecuación 13}$$

$$C_{ps} = \frac{\mu - LES}{3\sigma} \quad \text{Ecuación 14}$$

Estos índices sí toman en cuenta μ , al calcular la distancia de la media del proceso a una de las especificaciones. Esta distancia representa la variación tolerada para el proceso de un solo lado de la media. Por esto sólo se divide entre 3σ porque sólo se está tomando en cuenta la mitad de la variación natural del proceso. $\mu \sigma$

Como anteriormente ya se calculó $\mu = \bar{x}$ y σ , se realiza directamente el cálculo de los índices pertinentes.

$$C_{pi} = \frac{42.02 - 41.6}{3(0.013)} = 1.23$$

$$C_{ps} = \frac{42.02 - 42.4}{3(0.013)} = 1.11$$

Para terminar, se aplicó la fórmula 15 del Cpk, el cual se conoce como el índice de capacidad real del proceso.

Dónde:

σ = desviación estándar del proceso
 LES= límite especificación superior
 LEI= límite especificación inferior
 μ = *media del proceso*

$$C_{pk} = \min [c_{pi}; c_{ps}] \quad \text{Ecuación 15}$$

$$C_{pk} = 0.67$$

4.6.3.2 INDICE DE CENTRADO DEL PROCESO K

El índice K permite evaluar si la distribución de la característica de calidad está centrada de acuerdo a las especificaciones que presenta el cliente, a través de la ecuación 16 se calculará el índice centrado del proceso.

$$K = \frac{\mu - N}{0,5(LES - LEI)} * 100$$

Ecuación 16

Dónde:

N= valor nominal, también expresa por VOC (valor óptimo central)

LES= límite especificación superior

LEI= límite especificación inferior

μ = media del proceso

$$K = \frac{42,02 - 42}{0,5(42,04 - 41,6)} * 100 = 9\%$$

4.6.4 RESUMEN ÍNDICE DE CAPACIDAD ACTUAL DE L1 UTILIZANDO EL SOFTWARE MINITAB.

En la figura 47 se presenta el informe de capacidad del proceso de la variable 11, a través de los datos arrojados, se concluirá si el proceso es apto o necesita modificaciones para su mejora.

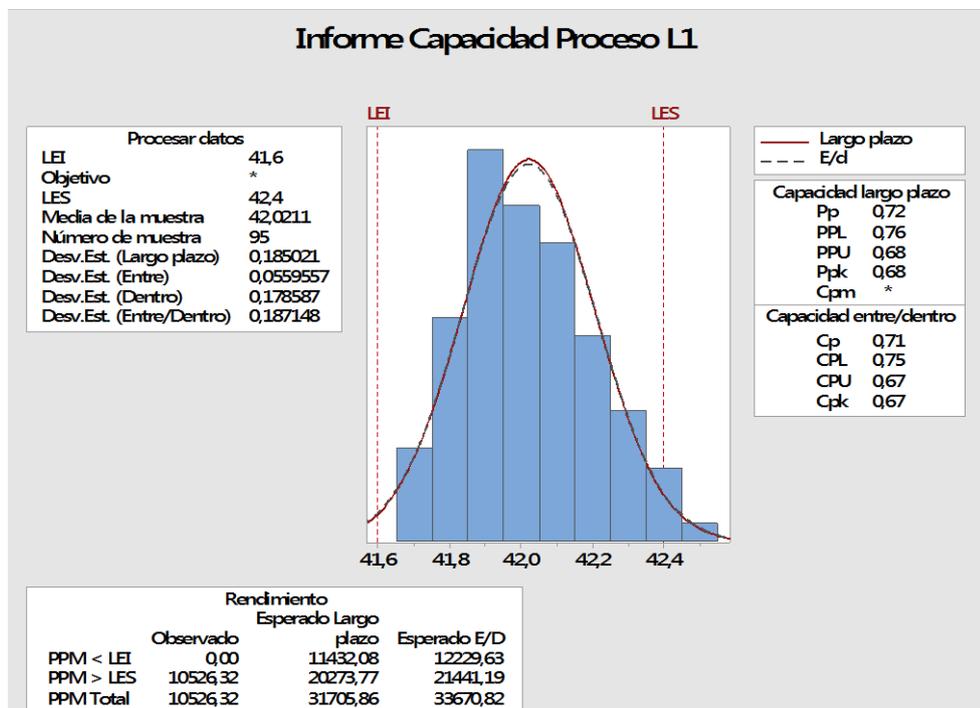


Figura 45. Informe Capacidad proceso L1
Elaborado por: Autora

Luego de aplicar las fórmulas pertinentes y a través de Minitab, útiles para el cálculo de la capacidad, se pudo determinar que existe alta variabilidad dentro de las mediciones de la prenda, ya que el programa arrojó un $cp = 0.71$, obteniendo como resultado que no es adecuado para el trabajo, y que se requiere modificaciones dentro del proceso. Para la interpretación de cp se observó la figura 47.

En el anexo 4 se observa los gráficos de las 3 variables establecidas.

En la Tabla 27 se evidencia los resultados de los cálculos obtenidos de capacidad del proceso de la variable L1.

Tabla 27 Índices de capacidad variable L1

Índice de Capacidad	Resultados
$Cp=0,71$	No adecuado para el trabajo, requiere modificaciones serias
$Cr=1,38$	Proceso deficiente, 38% fuera del rango de especificaciones
$Cpk=0,67$	Proceso no adecuado, no cumple con una especificación
$K=9\%$	Proceso descentrado a la derecha un 9%

Elaborado por: Autora

El índice Cp de la variable L1 fue de 0,71 lo que indica que no se están cumpliendo con las especificaciones del cliente, por lo que requiere cambios para mejorar el proceso, es catalogado como un proceso de tipo 3, porque no es adecuado para el trabajo, por lo que es necesario realizar un análisis, después de considerar las actividades del plan de acción.

El índice Cpk de L1 fue de 0,67, teniendo como resultado que el proceso no cumplía con al menos una especificación del cliente, ya que lo ideal será tener un Cpk mayor a 1,25.

En la Tabla 28 se presenta los resultados de los índices cp, cr, cpk, cpi, cps y k de las variables de estudio del conjunto deportivo (chompa-pantalón)

Tabla 28 Resultado de índices de capacidad de las variables de estudio

RESULTADOS INDICE DE CAPACIDAD VARIABLES CHOMPA-PANTALÓN						
VARIABLES DE ESTUDIO	Cp	Cr	Cpk	Cpi	Cps	K
Chompa						
L1 (largo)	0,71	1,38	0,67	1,23	1,11	12%
Pantalón						
L1 (largo)	0,80	1,47	0,73	1,17	1,23	14%
A3 (ancho cintura)	0,72	1,32	0,62	1,19	1,09	13%

Elaborado por: Autora

Fuente: Propia

A través de la tabla 28 se puede concluir que los índices de las variables de la prenda de vestir, necesitan de modificaciones dentro de su proceso, ya que no es apto para el trabajo, también se establece que, según los resultados obtenidos, no cumplen con todas las especificaciones del cliente.

4.6.5 MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN TEXTIL DESPUÉS DE APLICAR EL PLAN DE ACCIÓN ESTABLECIDO

Para que el plan de acción de resultados positivos en el proceso de producción, se procedió a tomar nuevamente 95 muestras de la variable L1 (chompa) expuesta en la tabla 29 para realizar la prueba de hipótesis z, los gráficos \bar{X} -R, y al final graficar la capacidad del proceso.

Tabla 29 Muestras chompa L1-Despuès de ejecutar Plan de Acción

Nº Subgrupos	CHOMPA MUESTRAS L1 (cm)					Media	Rango
	X1	X2	X3	X4	X5		
1	42	41.9	42.1	42	42.1	42.0	0.2
2	42	42.1	41.9	41.9	41.9	41.9	0.2
3	41.9	42.1	42	41.9	41.8	41.9	0.3
4	42	42	41.9	42.1	41.9	41.9	0.2
5	42	42.1	42	41.9	41.9	41.9	0.2
6	41.9	42	42	42.1	42.1	42.0	0.2
7	42.1	42	41.9	42	42.2	42.0	0.3
8	41.9	41.9	42	42	41.9	41.9	0.1
9	42.1	42.1	42	42	41.9	42.0	0.2
10	41.9	42.2	42	41.9	41.9	41.9	0.3
11	42.1	42.2	42.1	42	42	42.0	0.2
12	42.1	42	42.1	41.9	42.2	42.0	0.3
13	42	41.9	42	42.1	42.1	42.0	0.2
14	42	42.1	41.9	42.1	42.2	42.0	0.3
15	41.9	41.9	42	41.9	42.1	41.9	0.2
16	42	42	42.2	42	42	42.0	0.2
17	41.9	42	42	42.1	42.1	42.0	0.2
18	41.9	42	42	42	41.9	41.96	0.1
19	42.1	42.1	41.9	41.9	42	42.00	0.2
						41,96	0.2

Elaborado por: Autora

4.6.5.1 PRUEBA DE HIPÓTESIS Z

Para el cálculo de prueba de hipótesis z, se realiza los siguientes pasos:

Paso 1: Establecer la hipótesis nula y alternativa

$H_0: \mu = \bar{X}$ La media de la población es igual a la media de la muestra

$H_1: \mu \neq \bar{X}$ La media de la población no es igual a la media de la muestra

Paso 2: Seleccionar el nivel de significancia

$\alpha = 0,05$, porque se toma en cuenta un nivel de confianza del 95%, por tanto, el valor crítico de z es 1,645

Paso 3: Se realiza el análisis estadístico aplicando la siguiente fórmula:

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

$$Z = \frac{42,00 - 42,00}{0,0095/\sqrt{19}} = 0$$

Paso 4: Interpretación de resultado

La z crítica es 1,645, y la z calculada es de 0, por tanto se acepta la hipótesis nula a un nivel de significancia de 0,05. En la figura 48 se muestra la gráfica de distribución.

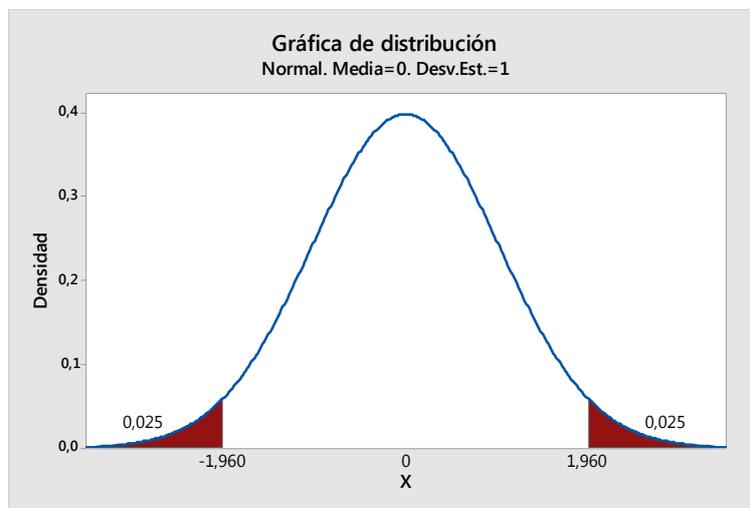


Figura 46. Gráfica de distribución

Estadísticas descriptivas				Prueba	
		Error estándar de la		Hipótesis nula	$H_0: \mu = 42$
		media		Hipótesis alterna	$H_1: \mu \neq 42$
		IC de 95% para μ		Valor Z	Valor p
N	Media			0	1
95	42,0000	0,0095	(41,9813. 42,0187)		
μ : media de Muestra					
Desviación estándar conocida = 0,19					

4.6.5.2 CARTAS DE CONTROL DE MEDIAS (\bar{X}) Y RANGOS DESPUÉS DE EJECUTAR PLAN DE ACCIÓN

Para la construcción de la carta de medias, se procedió a calcular el promedio de los promedios de los subgrupos racionales que determina la línea central de la carta, así como también se procedió a calcular los límites inferior y superior mediante las siguientes ecuaciones:

$$LCS = \bar{X} + A_2 \bar{R} \quad \text{Ecuación 8}$$

$$LCS = 42,00 + (0,577) (0,22)$$

$$LCS = 42,12$$

$$LCI = \bar{X} - A_2 \bar{R} \quad \text{Ecuación 9}$$

$$LCI = 42,00 - (0,577) (0,22)$$

$$LCS = 41,87$$

$$LCS = D_4 \bar{R} \quad \text{Ecuación 6}$$

$$LCS = (2,1144) (0,22)$$

$$LCS = 0,46$$

$$LCI = D_3 \bar{R} \quad \text{Ecuación 7}$$

$$LCI = (0,0000) (0,22)$$

$$LCI = 0$$

En la figura 49 se presenta la gráfica \bar{X} -R de la variable L1 (chompa), donde se establece el antes y después de la mejora.

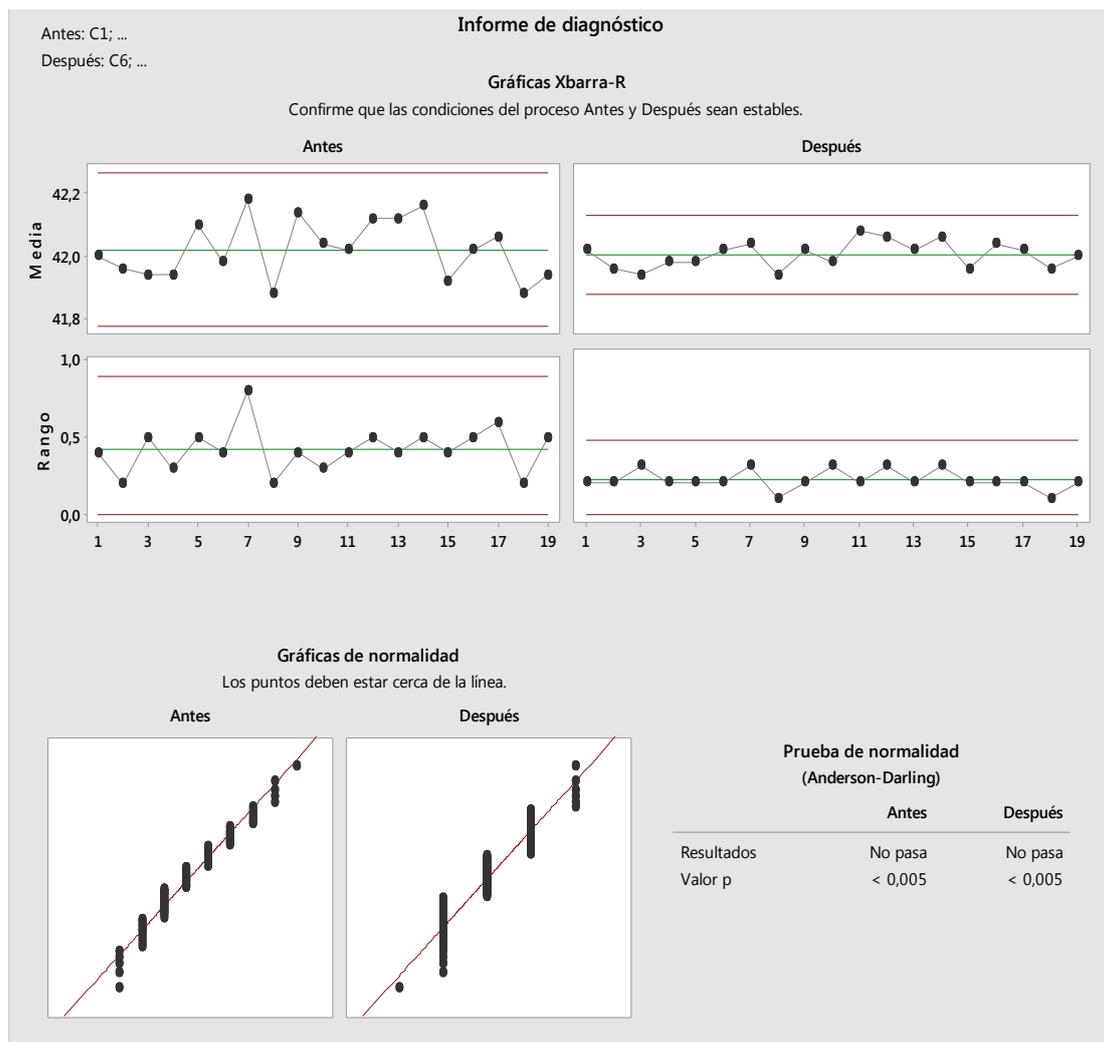
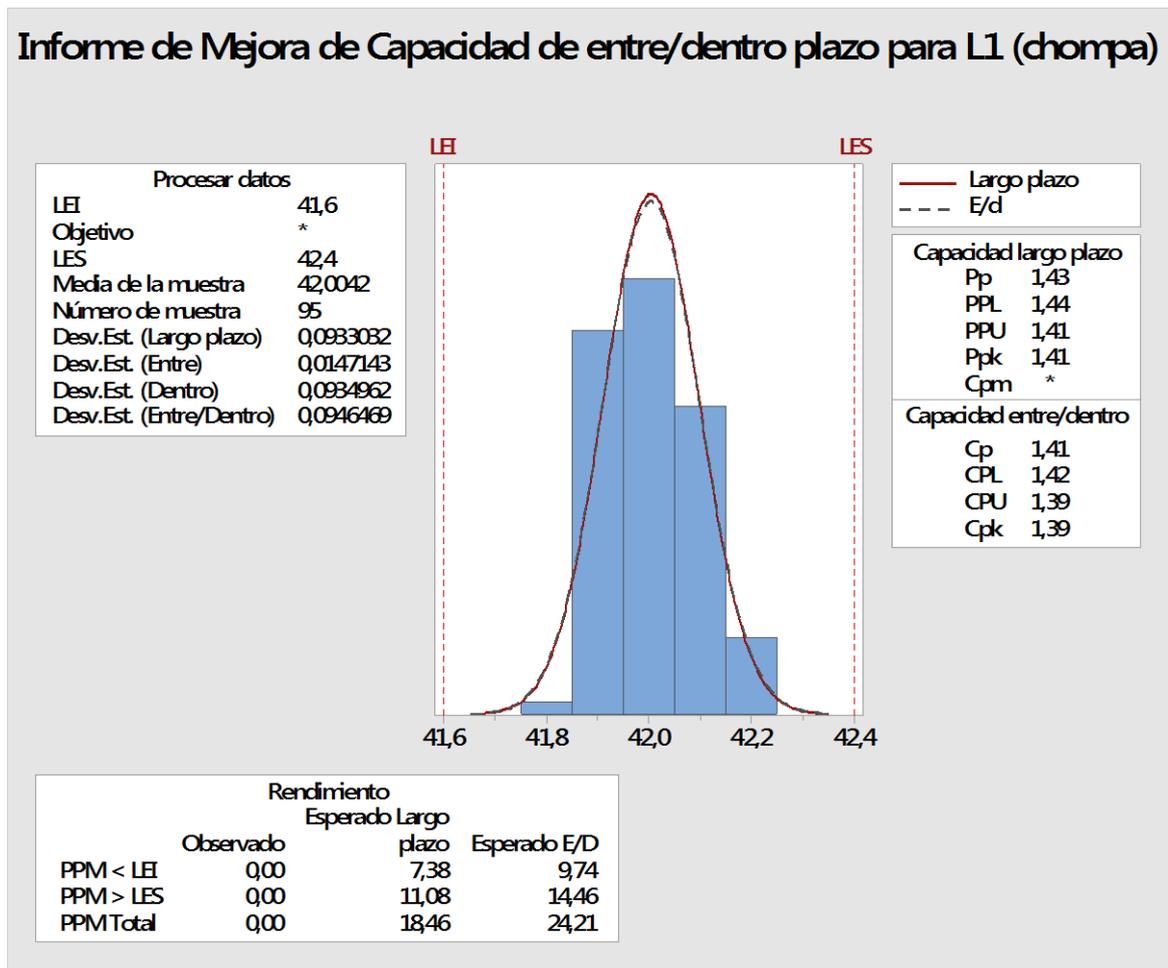


Figura 47. Comparación Capacidad proceso-Antes-Después
Elaborado Por: Autora

La figura 49 muestra que la capacidad del proceso ha mejorado, ya que después de ejecutar el plan de acción la variabilidad de medidas del L1 (largo de la chompa) ha disminuido a comparación de la variabilidad previa al plan de acción, además que no existen puntos atípicos, es decir fuera del rango establecido.

4.6.5.3 ÍNDICE DE CAPACIDAD DESPUÉS DE EJECUTAR PLAN DE ACCIÓN

En la figura 50 se muestra el resultado de la mejora de la capacidad del proceso, después de haber ejecutado el plan de acción.



*Figura 48. Informe mejora capacidad
Elaborado Por: Autora*

En la figura 50 se muestra que el resultado del cp es 1,41 lo que indica que el proceso ya es apto para el trabajo, a diferencia del cp previo a la ejecución del plan de acción que era de 0,71, lo que indicaba que el proceso requería modificaciones y por tanto no era apto para el trabajo.

Tabla 30 Resultado de índices de capacidad de las variables de estudio

RESULTADOS INDICE DE CAPACIDAD VARIABLES CHOMPA-PANTALÓN						
Variables de estudio	Cp	Cr	Cpk	Cpi	Cps	K
Chompa						
L1 (largo)	1,41	0,70	0,67	1,13	1,01	8%
Pantalón						
L1 (largo)	1,34	0,83	0,73	1,11	1,09	7%
A3 (ancho cintura)	1,51	0,47	0,62	1,12	1,09	9%

Elaborado por: Autora

A través de la tabla 30 se puede concluir que los índices de las variables de la prenda de vestir, necesitan de modificaciones dentro de su proceso, ya que no es apto para el trabajo, también se establece que, según los resultados obtenidos, no cumplen con todas las especificaciones del cliente.

4.7 CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD DESPUÉS DE EJECUTAR PLAN DE ACCIÓN

Después de realizar las actividades factibles que están dentro del plan de acción se realizó el cálculo de la productividad final, para comprobar cuantitativamente la mejora del rendimiento de la empresa.

A continuación, en la Tabla 31 se detallan los valores correspondientes:

Tabla 31 Productividad después de ejecutar Plan de Acción

DATOS EMPRESA FERTEX	
Productos obtenidos	25 prendas
Costo mano de obra	\$14,6
Costos indirectos de fabricación	\$4,5
Costo materia prima	\$301,41

Fuente: Empresa Fertex

Elaborado por: Autora

$$PRODUCTIVIDAD = \frac{25 \text{ prendas}}{(14,6 + 4,5 + 301,41)\$}$$

$$PRODUCTIVIDAD = \frac{25 \text{ prendas}}{(320,51)\$}$$

$$PRODUCTIVIDAD = 0,078 \frac{\text{prendas}}{\$}$$

CÁLCULO DEL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

$$Productividad = \left(\frac{Productividad \text{ final}}{Productividad \text{ inicial}} - 1 \right) * 100 \quad \text{Ecuación 2}$$

$$Productividad = \left(\frac{0,078 \frac{\text{prendas}}{\$}}{0,075 \frac{\text{prendas}}{\$}} - 1 \right) * 100 = 3\%$$

Con los resultados obtenidos se puede constatar que la productividad ha mejoran en un 3% lo cual es muy considerable a nivel general de la empresa, ya que genera mayor ganancia y también mejora los procesos de producción, y por ende el producto final que se oferta.

4.8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.8.1 CONCLUSIONES

- A través de la aplicación de las diferentes herramientas de calidad se definió los procesos y subprocesos de la empresa Fertex, y a su vez identificar el proceso crítico de la línea de producción de calentadores para niña (chompa-pantalón) que fue el proceso de Corte, el cual requiere de un control estadístico para conocer las causas de los problemas que se generan, y de esta manera eliminar o evitar los errores que se ocasionan en el área, mejorando la eficiencia del proceso crítico establecido.
- Una vez que se realizó el diagnóstico situacional de la empresa, se calculó la productividad multifactorial inicial arrojando como resultado un 75%, el resultado obtenido no es crítico, pero según el Gerente manifestó, el porcentaje había disminuido en comparación de 2 años atrás, por lo que fue necesario el desarrollo de la investigación aplicando el control estadístico de la calidad para dar posibles soluciones a las fallas que se suscitan dentro de la empresa.
- La aplicación de Control estadístico de la calidad mediante la metodología MICEPS fue propicia en el desarrollo del presente trabajo de investigación, ya que mediante la realización de las 6 etapas que la conforman, se relacionó los requerimientos del cliente con los procesos textiles involucrados, y de esta forma se analizó la información y datos para elaborar un plan de acción, con la finalidad de cumplir con las necesidades y expectativas que exigen, contribuyendo a la excelencia de la empresa Fertex.
- La medición de las variables críticas definidas, mediante los índices de capacidad de procesos cp , cr , cpk , cpi , cps y k , permitieron evaluar las variables, y mediante los resultados que arrojaron, se evidenció que las puntuaciones de los

índices no eran adecuadas y era necesario hacer modificaciones serias para mejorar el rendimiento del proceso.

- Luego de proponer el plan de acción a la empresa, se redujo las actividades en costo y tiempo cuanto, con la intención de comprobar si existen o no mejoras, se utilizó las cartas de control X-R y el índice de capacidad para monitorear la estabilidad y variabilidad del proceso, obteniendo como resultado que después de aplicar el plan de acción, el proceso mejoró, de $cp = 0,71$ a un $cp = 1,42$, y la variabilidad disminuyó al eliminar los puntos atípicos, por lo que la productividad mejoro en un 3% lo cual es de beneficio para la empresa tanto en calidad como en costos.

4.8.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda que los operarios realicen inspecciones del área de trabajo, tomando las medidas establecidas en el plan de acción, ya que les facilita realizar las operaciones en su puesto de trabajo.
- Aplicar las cartas de control X-R para monitorear las variables de la prenda de vestir cada lote de producción.
- Realizar capacitaciones a los operarios para mejorar el método de trabajo a través de las diversas herramientas, como MINITAB, y de igual manera siguiendo procesos estandarizados para obtener un producto de calidad.
- Se recomienda hacer inspecciones de las máquinas y herramientas de trabajo, para constatar que se encuentre en buen estado y de esta manera poder ejecutar las actividades de manera adecuada.

BIBLIOGRAFÍA

- AEC. (2018). *Asociación española para la calidad*. Obtenido de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/calidad-total>
- Agudelo, T. L. (2012). *Evolución de la gestión por procesos*.
- AITE, A. d. (2013). *AITE, Asociación de industriales textiles del Ecuador*. Obtenido de <http://www.aite.com.ec/>
- Aylin Añaguari, Y. M. (2016, p. 61). *Integración Lean Seis Sigma*. Valencia.
- Barrios, M. A., & Jiménez, H. A. (Diciembre de 2014). Metodología miceps para control estadístico de procesos:.. págs. 75-76.
- BESTERFIELD. (2009). *Control de Calidad*. México : Pearson Education .
- Chace, R., Roberth J., Alquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones*. México: McGraw-Hill.
- Contreras, A. V. (2009). *MANUAL DE LEAN MANUFACTURING. GUIA BASICA*. LIMUSA.
- Dionisio, R. J. (Diciembre de 2014). *Control Estadístico De La Calidad Aplicado Al Programa De Extensión Social De Essalud, Caso: Préstamos Bancarios A Sus Trabajadores*. Lima.
- EAFIT, U. (s.f.). *Gestiopolis, Aseguramiento de la calidad*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/que-son-calidad-aseguramiento-de-la-calidad-y-control-de-calidad/>
- Erica Felsing, P. M. (Septiembre de 2002). *Productividad: Un Estudio de Caso en un Departamento en siniestros*. Obtenido de https://www.ucema.edu.ar/posgrado-download/tesinas2002/Felsing_MADE.pdf
- Explorable. (2009). *Tamaño de la muestra*. Obtenido de <https://explorable.com/es/tamano-de-la-muestra>
- García, M. M., Delgado, J. A., Fernández, C. R., Dolarea, S. G., Sancho, M. M., & Lechugo, E. B. (Septiembre de 2007). *Gestión de procesos en la UCA. Gestión de procesos en la UCA. procesos en la UCA*.
- George, M. L. (2005). *Lean Six Sigma for Service*. London: MCGRAW-HILL.
- Gutierrez Pulido, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. Mexico: MCGRAW-HILL.
- Gutierrez, P. H. (2013). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*.
- Jiménez Heriberto Felizzola, C. L. (2014). *Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas*. Chile.
- Jugulum, R., & Samuel, P. (2008). *Lean Six Sigma*. USA: John Wiley y Sons, Inc.

- Juran, J. M. (1988). *Manual de Control de Calidad*. McGraw Hill.
- L., A. F. (Marzo de 2006). *Gráficos de control*. Obtenido de <http://www.arvelo.com.ve/pdf/graficas-de-control-arvelo.pdf>
- Lopez, B. S. (2016). *Ingeniería Industrial*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/capacidad-de-proceso/>
- López, I. B. (2017). *Ingeniería Industrial*. Recuperado el 09 de Mayo de 2017, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/analisis-del-modo-y-efecto-de-fallas-amef/>
- Mendoza, M. B. (2013). *EL DESARROLLO LOCAL COMPLEMENTARIO*.
- Minitab, 1. (2018). Prueba z.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial, Métodos de trabajo*. Alfamega.
- Ochoa, C. (5 de Mayo de 2015). *Muestreo probabilístico: muestreo sistemático*. Obtenido de <https://www.netquest.com/blog/es/blog/es/muestreo-sistemico>
- Pachacama, R. G. (Diciembre de 2011). *Aplicación de la metodología seis sigma para la entrega oportuna de facturas por consumo de servicio de telecomunicaciones en telefónica Ecuador*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7784/1/CD-4025.pdf>
- Pardo, J. (2012). *Configuración y usos de un mapa de procesos*. AENOR.
- Píqueres, J. J. (s.f.). *Aseguramiento de la calidad, procesos y su mejora*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/que-son-calidad-aseguramiento-de-la-calidad-y-control-de-calidad/#%5B11%5D>
- Prieto, D. J. (2012). *Calidad: Historia, Evolución, Estado*.
- Prieto, D. J. (2013). *Calidad historia evolución estado actual y futuro*.
- PROECUADOR. (2016). *Textiles y Confecciones*. Obtenido de Textiles y Confecciones : <http://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/textiles-y-confecciones/>
- Pulido, H. G. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. México: Mc Graw Hill.
- Pulido, H. G., & Salazar, R. d. (2013). *CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD Y SEIS SIGMA*. Guanajuato: McGraw-Hill.
- Quintana, G. Y. (Diciembre de 2014). *Control estadístico de la calidad aplicado al programa de extensión social de ESSALUD caso: prestamos bancarios a sus trabajadores*.
- RAMÍREZ, J. A. (15 de Abril de 2013). *Master Executive en Administración y Dirección de empresas*. Obtenido de Master Executive en Administración y

Dirección de empresas: <http://www.eoi.es/blogs/madeon/2013/04/15/el-project-charter/>

- Reyes, P. (Octubre de 2004). *Herramientas estadísticas para la solución de problemas*.
- Rios, J. M. (2011). *Elaboración De Una Propuesta Metodológica Para La Generación De Ideas De Proyectos A Ser Desarrollados A Través De Las Prácticas Universitarias De La Facultad De Minas De La Universidad Nacional De Colombia Sede Medellín*.
- Rodriguez, A. M., & Alvarado, J. L. (Agosto de 2013). *Metodología para el Mejoramiento en los Procesos de Dirección de Proyectos del Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE*.
- ROIG, A. (1998). "L'avaluació de la qualitat a la Gestió Documental". Obtenido de <https://www10.ujaen.es/sites/default/files/users/archivo/Calidad/Criterio5.pdf>
- Rojas, A. R.-F. (Marzo de 2009). *Herramientas de calidad*. Obtenido de <http://web.cortland.edu/matresearch/HerraCalidad.pdf>
- Ruiz, C. (2013). *INGENIERÍA INDUSTRIAL Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua*. Mexico: Alfaomega Grupo Editor,S.A de C.V.
- Saumeth, K. M., Afanador, T. S., Ospino, L. S., & Barraza, F. M. (Julio- Diciembre de 2012). *Calidad y su evolución*. Obtenido de <file:///C:/Users/Estudiante/Downloads/213-394-1-SM.pdf>
- Sellé, M. E. (2015). *El coste de la calidad: ¿Qué es y cómo calcularlo?*
- Senplades, S. N. (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una vida. Quito, Ecuador.
- Simplify, c. (2013). *Control de calidad, auditoria a fábrica, inspecciones de producción*. Obtenido de <http://www.simplifychina.com/aql-nivel-de-control-calidad-inspecciones/>
- Snee, R. D., & Hoerl, R. (2007). *Integración Lean y Six Sigma*. USA: Forum Magazine.
- Tamayo, T. M. (1997). *El Proceso de la Investigación científica*. Mexico: Limusa S.A.
- UNE, 9. I. (2005). *UNE, ISO 9000*. Obtenido de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/satisfaccion-del-cliente>
- Villamizar, K. M. (11 de Diciembre de 2013). *Control estadístico de la calidad*. Obtenido de <https://prezi.com/haxtwumi7txh/control-estadistico-de-la-calidad/>
- Wiesenfelder, H. (9 de JUNIO de 2015). *alpha-nouvelles*. Obtenido de <http://es.alpha-nouvelles.com/article/historia-de-lean-six-sigma->
http://www.ehowenespanol.com/historia-six-sigma-hechos_153316/

ANEXOS

ANEXO I LLUVIA DE IDEAS

Anexo A Lluvia de ideas a operadora de diseño

FICHA Nº: 1	EMPRESA TEXTIL FERTEX	PRODUCTO: Conjunto deportivo
		SECCIÓN: Diseño
		FECHA: 15-01-2018
DESCRIPCIÓN PROCESO:	Se realiza el diseño de la prenda en el Software AUDACES.	
OBJETIVO:	Levantar información para la identificación del área crítica.	
CARGO Y NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Operaria de diseño - Carolina Briseno	
OPERADORES ÁREA DE PRODUCCIÓN		
CAUSAS		
<ul style="list-style-type: none"> • Existe error en la escala de mediciones , suele haber fallas por milímetros • o centímetros al momento de dibujar la prenda. • Número de piezas no acorde al molde , se realiza piezas en exceso , o • faltantes . • • • • • • 		

Figura 49. Lluvia de ideas-operaria diseño

Anexo B Lluvia de ideas a operador de corte

FICHA Nº: 2	EMPRESA TEXTIL FERTEX	PRODUCTO: Conjunto deportivo
		SECCIÓN: Corte
		FECHA: 15-01-2018
DESCRIPCIÓN PROCESO:	Corte de piezas para la confección de la prenda.	
OBJETIVO:	Levantar información para la identificación del área crítica	
CARGO Y NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Operario - Carlos Castro	
OPERADORES ÁREA DE PRODUCCIÓN		
CAUSAS		
<ul style="list-style-type: none"> • Defectos en las prendas por error de tendido de tela, debido a las características de la tela o mano de obra. • Coloca una excesiva cantidad de capas de tela, y al momento de efectuar el corte causar que no exista uniformidad en las piezas. • Falta de precisión al momento de ubicar trazo sobre las capas de tela • Falta del método de corte, por error de la mano de obra • Falta de materia prima y/o insumos que ocasionan esperas en el proceso 		

Figura 50. Lluvia de ideas-operarias confección

Anexo C Lluvia de ideas a operadora de empaque

FICHA Nº: 4	EMPRESA TEXTIL FERTEX	PRODUCTO: Conjunto deportivo
		SECCIÓN: Empaque-almacenamiento
		FECHA: 15-01 -2018
DESCRIPCIÓN PROCESO:	Se realiza el empaque y organización del producto final	
OBJETIVO:	Levantar información para la identificación del área crítica	
CARGO Y NOMBRE DEL ENTREVISTADO:	Operaria- Maribel Orellano.	
OPERADORES ÁREA DE PRODUCCIÓN		
CAUSAS		
<ul style="list-style-type: none"> • Mala organización del producto terminado, que ocasionan daños en la pila. • 		

Figura 51. Lluvia de ideas-operaria empaque

ANEXO II ENTREVISTA A CLIENTES INTERNOS-EXTERNOS

Anexo D Entrevista cliente interno-Producción

EMPRESA TEXTIL FERTEX	ENTREVISTA CLIENTES INTERNOS DE LA EMPRESA	FECHA DE EMISIÓN: 15 DE ENERO 2018
		VERSIÓN: 1
		DOCUMENTO CONTROLADO
FECHA: <u>05 - 02 - 2018</u>		
NOMBRE DEL ENTREVISTADOR: <u>Andrea Moreno</u>		
NOMBRE DEL ENTREVISTADO: <u>Producción - Carlos Castro</u>		
I. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA		
¿CÓMO DESCRIBIRIA A LA EMPRESA FERTEX?	Una empresa comprometida con la sociedad, en brindarles un producto de calidad, que sea llamativo ante los ojos del cliente.	
¿POR QUÉ ES IMPORTANTE CONFECCIONAR UN PRODUCTO DE CALIDAD?	Es importante para ganar mercado y tener confiabilidad por parte de los clientes.	
¿SEGÚN SU CRITERIO CUÁLES SON LAS FORTALEZAS Y DEBILIDADES DE LA EMPRESA FERTEX ?	Las fortalezas que tiene la empresa son: los diseños de sus prendas son especiales, tienen un toque diferente, una debilidad es la falta de estandarización en sus procesos.	
¿QUÉ ASPECTOS CONSIDERA AL MOMENTO DE ADQUIRIR EL PRODUCTO EN CUANTO A LA ENTREGA DEL PEDIDO Y CUALES SON LOS PROCESOS INVOLUCRADOS ??	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con el tamaño correcto de pedido • Entregar a tiempo el producto que exige el cliente. Los procesos involucrados son: Producción, ventas.	
¿QUÉ ASPECTOS CONSIDERA AL MOMENTO DE ADQUIRIR EL PRODUCTO EN CUANTO A LA CALIDAD Y CUALES SON LOS PROCESOS INVOLUCRADOS ??	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad de tallas. • Defectos en costura • Defectos en ensamble • Defectos por mancha El proceso involucrado es: producción	
¿QUÉ ASPECTOS CONSIDERA AL MOMENTO DE ADQUIRIR EL PRODUCTO EN CUANTO AL COSTO Y CUALES SON LOS PROCESOS INVOLUCRADOS ?	<ul style="list-style-type: none"> • Que no haya desperdicios de materia prima e insumos. • Reducir tiempos innecesarios • No volver a hacer una actividad (reducir reprocesos) El proceso involucrado es: producción.	

Figura 52. Entrevista-Operario producción

Anexo E Entrevista cliente interno-Ventas

EMPRESA TEXTIL FERTEX	ENTREVISTA CLIENTES INTERNOS DE LA EMPRESA	FECHA DE EMISIÓN: 15 DE ENERO 2018
		VERSIÓN: 1
		DOCUMENTO CONTROLADO
FECHA: <u>05-02-2018</u>		
NOMBRE DEL ENTREVISTADOR: <u>Andrea Moreno</u>		
NOMBRE DEL ENTREVISTADO: <u>Ventas - Noima Diellano.</u>		
I. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA		
¿CÓMO DESCRIBIRIA A LA EMPRESA FERTEX?	Fertex es una empresa que ofrece prendas de calidad, y con diseños novedosos.	
¿POR QUÉ ES IMPORTANTE CONFECCIONAR UN PRODUCTO DE CALIDAD?	Porque la empresa adquiere más clientes, y tiene confiabilidad por parte de ellos.	
¿SEGÚN SU CRITERIO CUÁLES SON LAS FORTALEZAS Y DEBILIDADES DE LA EMPRESA FERTEX ?	Uno de las fortalezas de la empresa es los diseños novedosos de las prendas, y una debilidad es que no existe estandarización en los procesos.	
¿QUÉ ASPECTOS CONSIDERA AL MOMENTO DE ADQUIRIR EL PRODUCTO EN CUANTO A LA ENTREGA DEL PEDIDO Y CUALES SON LOS PROCESOS INVOLUCRADOS ??	<ul style="list-style-type: none"> • Cumplir con el pedido del cliente • Entregar a tiempo el pedido . • Los procesos involucrados son: producción y ventas. 	
¿QUÉ ASPECTOS CONSIDERA AL MOMENTO DE ADQUIRIR EL PRODUCTO EN CUANTO A LA CALIDAD Y CUALES SON LOS PROCESOS INVOLUCRADOS ??	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad de tallas • Defectos en costura • Defectos en ensamble • Defectos por mancha • Los procesos involucrados son: producción 	
¿QUÉ ASPECTOS CONSIDERA AL MOMENTO DE ADQUIRIR EL PRODUCTO EN CUANTO AL COSTO Y CUALES SON LOS PROCESOS INVOLUCRADOS ?	<ul style="list-style-type: none"> • Disminuir o evitar desperdicios de materia prima e insumos • Reducir tiempos innecesarios • No repetir la misma actividad (reprocesos) • El proceso involucrado es: producción 	

Figura 53. Entrevista-Ventas

Anexo F Entrevista a clientes externos-Quito

EMPRESA TEXTIL FERTEX	ENTREVISTA CLIENTES EXTERNOS DE LA EMPRESA	FECHA DE EMISIÓN: 15 DE ENERO 2018
		VERSIÓN: 1
		DOCUMENTO CONTROLADO
FECHA: <u>08-02-2018</u>		
NOMBRE DEL ENTREVISTADOR: <u>Andrea Moreno</u>		
NOMBRE DEL ENTREVISTADO: <u>Amelia Tituana - Quito</u>		
<u>Fabiola Bustos</u> I. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA		
¿CÓMO DESCRIBIRÍA A LA EMPRESA FERTEX?	Fertex es una empresa reconocido por la calidad de sus productos, por los diseños llamativos que tienen las prendas.	
¿POR QUÉ ELIGE COMPRAR EL PRODUCTO EN ESTA EMPRESA?	Porque entregan sus pedidos a tiempo, y por la calidad del servicio que brindan.	
¿SEGÚN SU CRITERIO CUÁLES SON LAS FORTALEZAS Y DEBILIDADES DE LA EMPRESA FERTEX?	Fortaleza: Diseño de las prendas. Debilidad: Falta de estandarización en sus procesos.	
¿QUÉ ASPECTOS CONSIDERA AL MOMENTO DE ADQUIRIR EL PRODUCTO EN CUANTO A LA ENTREGA DEL PEDIDO Y CUALES SON LOS PROCESOS INVOLUCRADOS??	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño correcto pedido - Producción, ventas • Entrega a tiempo del pedido - Producción, ventas 	
¿QUÉ ASPECTOS CONSIDERA AL MOMENTO DE ADQUIRIR EL PRODUCTO EN CUANTO A LA CALIDAD Y CUALES SON LOS PROCESOS INVOLUCRADOS??	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad de tallas - Producción • Defectos en costura - Producción • Defectos en ensamble - Producción 	
¿QUÉ ASPECTOS CONSIDERA AL MOMENTO DE ADQUIRIR EL PRODUCTO EN CUANTO AL COSTO Y CUALES SON LOS PROCESOS INVOLUCRADOS?	<ul style="list-style-type: none"> • El producto tengo un precio accesible, éste viene relacionado con ventas. 	

Figura 54. Entrevista Clientes externos-Quito

Anexo G Entrevista a clientes externos-Ambato

EMPRESA TEXTIL FERTEX	ENTREVISTA CLIENTES EXTERNOS DE LA EMPRESA	FECHA DE EMISIÓN: 15 DE ENERO 2018
		VERSIÓN: 1
		DOCUMENTO CONTROLADO
FECHA: 08-02-2018		
NOMBRE DEL ENTREVISTADOR: Andrea Moreno		
NOMBRE DEL ENTREVISTADO: Patricio Silva - Ambato Rosa Diaz		
I. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA		
¿CÓMO DESCRIBIRIA A LA EMPRESA FERTEX?	Fertex es una empresa confiable, brinda productos de buena calidad.	
¿POR QUÉ ELIGE COMPRAR EL PRODUCTO EN ESTA EMPRESA?	Porque sus productos son novedosos, tienen sus propios diseños, y tienen un precio atractivo.	
¿SEGÚN SU CRITERIO CUÁLES SON LAS FORTALEZAS Y DEBILIDADES DE LA EMPRESA FERTEX?	Fortaleza: Diseño de sus productos Debilidad: No cuenta con procesos estandarizados.	
¿QUÉ ASPECTOS CONSIDERA AL MOMENTO DE ADQUIRIR EL PRODUCTO EN CUANTO A LA ENTREGA DEL PEDIDO Y CUALES SON LOS PROCESOS INVOLUCRADOS??	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño correcto de pedido - Producción, ventas • Entrego a tiempo de pedido - Producción, ventas • Cumplimiento de exigencias técnicas del producto - producción -ventas • El pedido esté embalado correctamente - producción 	
¿QUÉ ASPECTOS CONSIDERA AL MOMENTO DE ADQUIRIR EL PRODUCTO EN CUANTO A LA CALIDAD Y CUALES SON LOS PROCESOS INVOLUCRADOS??	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad de tallas - Producción • Defectos en costura - Producción • Defectos en ensamble - Producción • Defectos por mancha - Producción 	
¿QUÉ ASPECTOS CONSIDERA AL MOMENTO DE ADQUIRIR EL PRODUCTO EN CUANTO AL COSTO Y CUALES SON LOS PROCESOS INVOLUCRADOS?	<ul style="list-style-type: none"> • El producto tenga un precio agradable - ventas. 	

Figura 55. Entrevista clientes externos-Ambato

ANEXO III MUESTREO DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO

Anexo H Conjunto SARA, Talla 4



Figura 56. Conjunto SARA, talla 4

Anexo I Toma de medidas L1



Figura 57. Toma de medidas L1

Anexo J Toma de medidas A1



Figura 58. Toma de medidas A1

Anexo K Toma de muestras de variables determinadas



Figura 59. Toma de muestras de variables determinadas

Tabla 32 Muestreo L2-Pantalón

Nº Subgrupos	PANTALÓN MUESTRAS L1					Media	Rango
	X1	X2	X3	X4	X5		
1	54,7	55	55,1	54,9	54,9	54,92	0,4
2	55,3	55,1	54,9	54,9	54,8	55,00	0,5
3	55,2	55,2	54,8	54,9	54,9	55,00	0,4
4	54,9	55,1	54,9	55	55,1	55,00	0,2
5	54,9	55	54,9	55,2	54,8	54,96	0,4
6	54,9	55,3	55,1	55,1	55,3	55,14	0,4
7	55	54,9	55,1	54,9	55,2	55,02	0,3
8	55,2	54,9	55,2	55,2	54,9	55,08	0,3
9	55	54,9	55	55,4	55,3	55,12	0,5
10	54,9	54,9	54,9	55,2	55	54,98	0,3
11	55,1	55	54,8	55	55,2	55,02	0,4
12	55	55,1	55,1	55	55,2	55,08	0,2
13	55,3	55,2	55	54,7	54,7	54,98	0,6
14	55	54,8	55,3	55,2	54,9	55,04	0,5
15	54,8	54,9	55	55,1	55	54,96	0,3
16	55,3	55,2	55,1	55	54,9	55,10	0,4
17	55	55,1	54,8	54,9	55,1	54,98	0,3
18	55,3	55,2	55,1	55	54,8	55,08	0,5
19	55,1	55	55,3	55,3	55	55,14	0,3
						55,03	0,4

Tabla 33 Muestreo A3-Pantalón

Nº Subgrupos	PANTALÓN MUESTRAS A3					Media	Rango
	X1	X2	X3	X4	X5		
1	20	19.9	19.9	20.3	20.2	20.06	0.4
2	20.1	20.4	20.4	20.1	19.9	20.18	0.5
3	19.9	20.2	20.1	19.8	19.9	19.98	0.4
4	19.8	20	20.3	19.9	20.1	20.02	0.5
5	20.2	19.7	20.3	20.3	19.8	20.06	0.6
6	20	20.1	20.2	19.8	20.2	20.06	0.4
7	19.9	20.1	20	19.9	20.1	20.00	0.2
8	20	20.3	20.2	20.2	20	20.14	0.3
9	20	19.9	20.1	19.8	19.9	19.94	0.3
10	20.2	20.1	20.2	20.1	20.3	20.18	0.2
11	20	20	19.8	20.1	19.9	19.96	0.3
12	19.8	20.1	20.1	20	20	20.00	0.3
13	20.4	20.1	20.3	20.3	20.1	20.24	0.3
14	20	20.2	19.9	20.3	20	20.08	0.4
15	20.4	20	20.1	20	19.9	20.08	0.5
16	19.9	19.7	19.9	19.9	20	19.88	0.3
17	20	20.3	19.9	20.1	19.8	20.02	0.5
18	20.3	20.1	20	20	20.3	20.14	0.3
19	20	19.7	20.1	20	20.1	19.98	0.4
						20.05	0.37

**ANEXO IV CARTAS DE CONTROL DE MEDIAS (\bar{X} -R) DE LAS VARIABLES L2-A3
(PANTALÓN)**

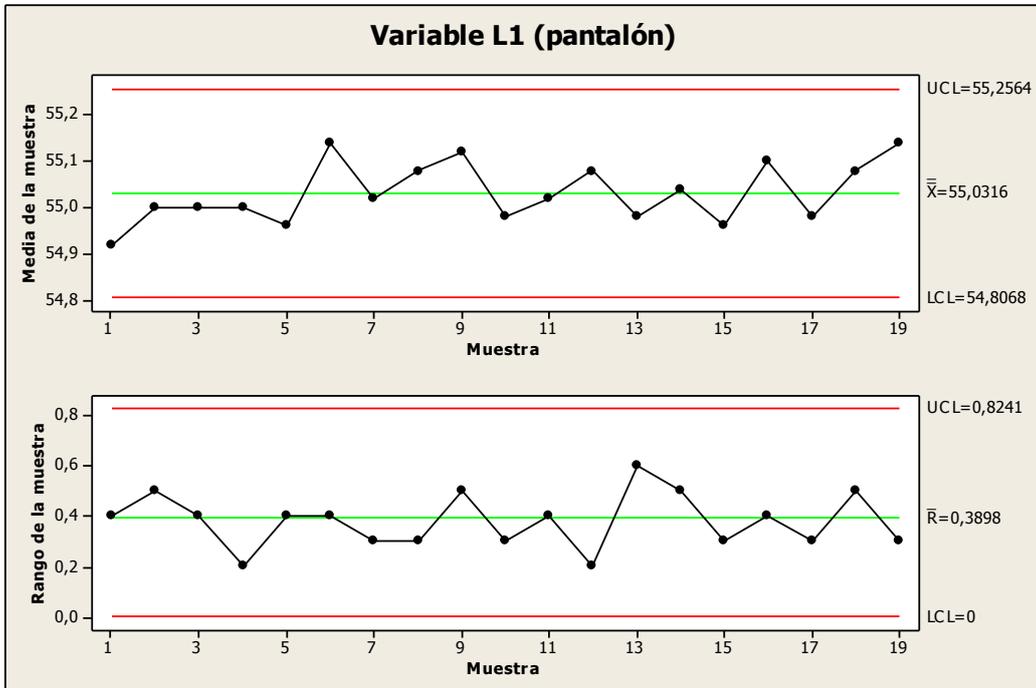


Figura 60. Variable L1 pantalón

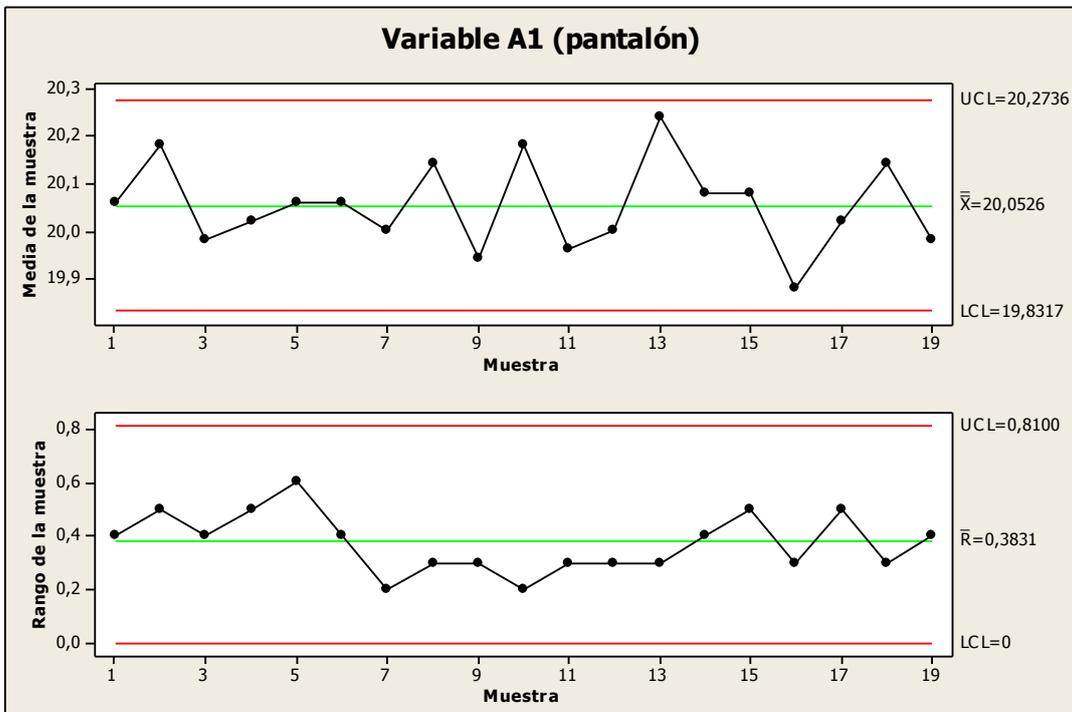


Figura 61. Variable A1 Pantalón

ANEXO V INFORME DE CAPACIDAD DE VARIABLES DEL CONJUNTO DEPORTIVO SARA

Anexo L Informe capacidad variables determinadas

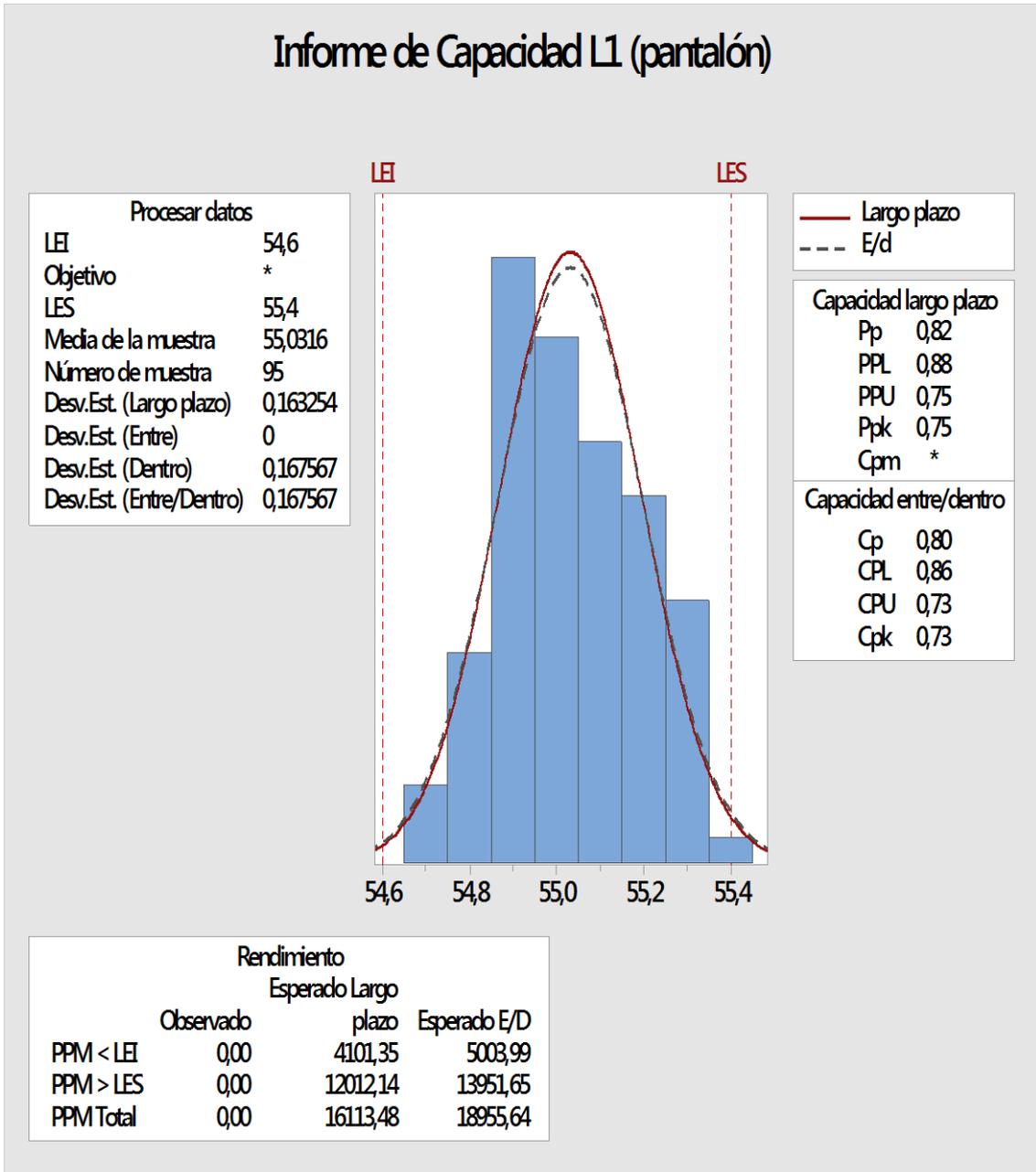


Figura 62 .Capacidad de proceso L1-pantalón

Informe de Capacidad L3 (pantalón)

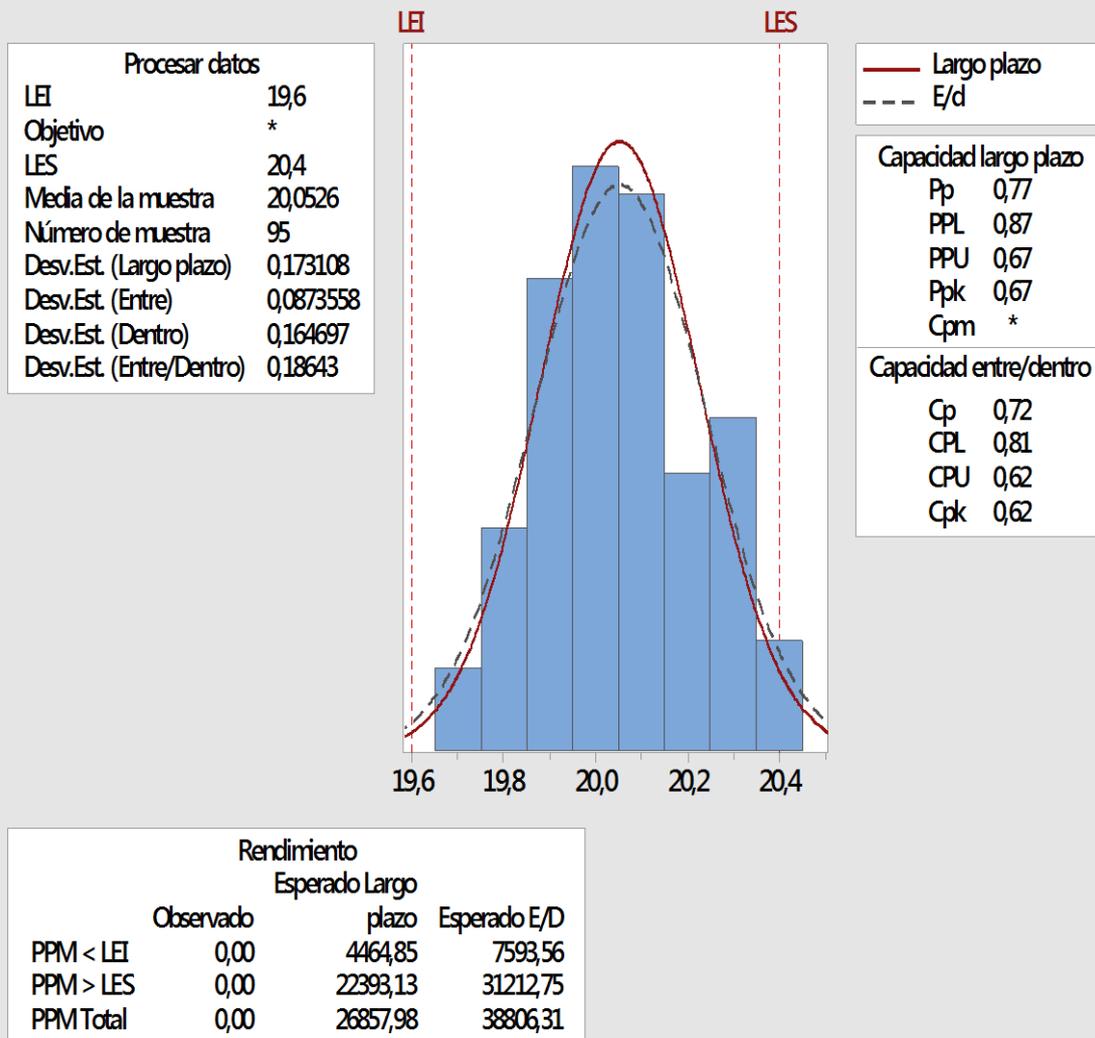


Figura 63. Capacidad de proceso A3-pantalón

ANEXO VI VISITA TÉCNICA EMPRESA FERTEX

Anexo M Entrevista con Gerente Propietario



Figura 66. Entrevista con el Gerente Propietario



Figura 67. Inspección área confección

