

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



Tesis Previa a la Obtención del Título de
Ingeniera Industrial

TEMA

“Implementación del Control Estadístico para la Calidad en la Empresa
Angie Confecciones en la línea de producción de calentadores, para Mejorar
la Capacidad del Proceso y Productividad”

Autor: Mayra Alexandra Maya Nicolalde

Director: Ing. Juan Carlos Pineda Morán Msc.

Ibarra- Ecuador

Noviembre 2012



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 forma 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 DE CONTACTO

CÉDULA DE IDENTIDAD: 100366283-8

APELLIDOS Y NOMBRES: MAYA NICOLALDE MAYRA ALEXANDRA

DIRECCIÓN: ATUNTAQUI-ECUADOR

EMAIL: maylexamaya@yahoo.es

TELÉFONO FIJO: 062908331 **TELÉFONO MÓVIL** 0989322344

DATOS DE LA OBRA

TÍTULO: "IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO PARA LA CALIDAD EN LA EMPRESA ANGIE CONFECCIONES EN LA LÍNEA DE CALENTADORES, PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DEL PROCESO Y PRODUCTIVIDAD"

AUTORA: MAYA NICOLALDE MAYRA ALEXANDRA

FECHA: NOVIEMBRE DEL 2012

SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO

PROGRAMA: PREGRADO

TÍTULO POR EL QUE INGENIERA INDUSTRIAL

OPTA:

ASESOR/DIRECTOR: ING. JUAN CARLOS PINEDA

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Mayra Alexandra Maya Nicolalde, con la cédula de identidad Nro. 100366283-8, 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 forma 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.



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

Yo, Mayra Alexandra Maya Nicolalde, con cédula de identidad Nro. 10036623-8, 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 autora de la obra o trabajo de grado denominado: “IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO PARA LA CALIDAD EN LA EMPRESA ANGIE CONFECCIONES EN LA LÍNEA DE CALENTADORES, PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DEL PROCESO Y PRODUCTIVIDAD”, 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.

Mayra Alexandra Maya Nicolalde

100366283-8

Ibarra, a los 30 días del mes de Noviembre del 2012

DECLARACIÓN

Yo, Mayra Alexandra Maya Nicolalde, con cédula de identidad Nro. 100366283-8, declaro bajo juramento que la tesis “IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO PARA LA CALIDAD EN LA EMPRESA ANGIE CONFECCIONES EN LA LÍNEA DE CALENTADORES, PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DEL PROCESO Y PRODUCTIVIDAD”, corresponde a mi autoría y que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Además a través de la presente declaración pongo a disposición este trabajo a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la Normativa Institucional vigente.

Mayra Alexandra Maya Nicolalde

100366283-8

CERTIFICACIÓN

Certifico, que la tesis previo a la obtención del título de Ingeniera Industrial con el tema “IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO PARA LA CALIDAD EN LA EMPRESA ANGIE CONFECCIONES EN LA LÍNEA DE CALENTADORES, PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DEL PROCESO Y PRODUCTIVIDAD”, ha sido desarrollada y terminada en su totalidad por la Srta. MAYRA ALEXANDRA MAYA NICOLALDE, con cédula de identidad Nro. 100366283-8, bajo mi dirección, para lo cuál firmo como constancia.

Ing. Juan Carlos Pineda Morán

100252796-6

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Técnica del Norte principalmente al Dr. Miguel Naranjo Toro en su función de rector de tan prestigiosa institución; a mis docentes, compañeros, personal administrativo que durante estos años han sido parte de mi formación profesional.

Extiendo mi agradecimiento a las personas que han colaborado con este proyecto de tesis, a la Sra. Nancy Andrade propietaria de la empresa “Angie Confecciones” y a su familia, por abrirme las puertas de su empresa y ayuda constante que me han brindado.

Al Ing. Juan Carlos Pineda, por ser el director del presente trabajo y mi guía en mis años de estudio.

DEDICATORIA

El presente proyecto de tesis, va dedicado principalmente a mis dos personitas más queridas en este mundo mis papitos queridos, gracias por su apoyo, por su lucha, por su trabajo, por esas palabras que siempre me han dado fuerza para salir adelante y estar siempre a mi lado; a mis hermanos y hermanas, gracias por siempre con nosotros y formar parte de mi desarrollo personal.

Gracias a Dios y a la Virgen por iluminar mi camino, y llenar mi vida de bendiciones. A ti amor, porque a pesar de todo siempre esta a mi lado.

May

CONTENIDO

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTOS DE SEIS SIGMA.....	1
1.1 GENERALIDADES.....	1
1.1.1 Características de Seis Sigma.....	2
1.2 ENTORNO DE LA CALIDAD TOTAL.....	7
1.2.1 Conceptos Modernos en la Administración.....	7
1.2.2 Concepto de Calidad Total.....	8
1.2.3 La Filosofía Deming de la Calidad.....	8
1.2.4 Calidad de la Administración y de las Operaciones.....	14
1.3 HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD.....	16
1.3.1 Mapeo de Procesos.....	17
1.4 CAUSAS Y MEDIDAS DE VARIABILIDAD.....	19
1.4.1 Diagrama de Ishikawa (o de Causa- Efecto).....	19

CAPITULO 2

2. FUNDAMENTOS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD.....	25
2.1 PROCESO EN ESTADO DE CONTROL.....	25
2.1.1 Causas Comunes y Especiales de Variación.....	25
2.2 CARTAS DE CONTROL.....	29
2.2.1 Límites de Control.....	29
2.2.2 Tipos de Cartas de Control.....	31
2.3 CARTAS DE CONTROL PARA VARIABLES.....	32
2.3.1 Carta de Control $\bar{x} - R$	32
2.3.2 Interpretación de las Cartas de Control y Causas Comunes de Inestabilidad..	37

2.3.3 Implantación y Operación de una Carta de Control.....	44
2.4 CAPACIDAD DE PROCESOS (ÍNDICES DE CAPACIDAD).....	60
2.4.1 Índices de Capacidad para Procesos con doble especificación.....	61
2.4.2 Procesos con sólo una especificación.....	66
2.4.3 Índices de Capacidad de Largo Plazo: Pp y Ppk.....	66
2.4.4 Índices de Capacidad para variables de Atributos.....	68
2.4.5 Estimación de los Índices de capacidad mediante una muestra (estimación por intervalo).....	69

CAPITULO 3

3. ETAPAS DE DMAMC.....	72
3.1 LOS EQUIPOS Y LA SELECCIÓN DE PROYECTOS (ETAPA PREVIA).....	72
3.2 DEFINIR EL PROYECTO (D).....	74
3.3 MEDIR LA SITUACIÓN ACTUAL (M).....	77
3.4 ANALIZAR LAS CAUSAS RAÍZ (A).....	78
3.5 MEJORAR LAS VARIABLES CRÍTICAS DE CALIDAD (M).....	80
3.6 CONTROL PARA MANTENER LA MEJORA (C).....	81

CAPITULO 4

4. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA.....	85
4.1 SITUACIÓN ACTUAL DELA EMPRESA EN LA LÍNEA DE CALENTADORES...85	
4.1.1 Antecedentes en la Línea de Calentadores.....	85

4.1.2 Procesos Macro, Meso y Micro.....	86
4.1.3 Capacidad del Proceso Actual.....	112
4.1.4 Datos de Productividad.....	136
4.1.5 Datos Históricos de Calidad.....	137

CAPITULO 5

5. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD.....	139
5.1 ETAPA PREVIA.....	139
5.2 FASE DEFINIR	140
5.3 FASE MEDIR.....	144
5.3.1 Estudio de Capacidad y Estabilidad.....	144
5.4 FASE ANALIZAR	186
5.4.1 Análisis Causa- Efecto.....	186
5.4.2 Herramienta Cinco ¿Por qué´s?.....	187
5.4.3 Diagrama de Árbol.....	188
5.4.4 Diagrama de Dispersión.....	189
5.5 FASE MEJORAR.....	190
5.5.1 Implementaciones de Mejoras.....	190
5.5.2 Indicadores de Capacidad y Productividad.....	196
5.6 FASE CONTROL.....	244
5.6.1 Cartas $\bar{x} - R$ del Proceso de Corte Mejorado.....	245

CAPITULO 6

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....266

6.1 CUADROS COMPARATIVOS ANTES Y DESPÚES DE LA IMPLEMENTACIÓN.....266

6.1.1 Resultado de Capacidad.....266

6.1.2 Resultados de Productividad.....306

6.2 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN.....306

CONCLUSIONES.....308

RECOMENDACIONES313

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....314

ANEXOS.....315

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Capacidad Actual Pieza Cuello 1.....	113
Cuadro 2. Capacidad Actual Pieza Cuello 2.....	114
Cuadro 3. Capacidad Actual Pieza Cuello 3.....	115
Cuadro 4. Capacidad Actual Pieza Lateral Delantero.....	117
Cuadro 5. Capacidad Actual Pieza Lateral Espalda.....	119
Cuadro 6. Capacidad Actual Pieza Mangas.....	121
Cuadro 7. Capacidad Actual Pieza Bolsillos.....	123
Cuadro 8. Capacidad Actual Pieza Delanteros.....	125
Cuadro 9. Capacidad Actual Pieza Espalda.....	127
Cuadro 10. Capacidad Actual Pieza Bolsillos Frente de Pantalón.....	128
Cuadro 11. Capacidad Actual Pieza Bolsillos Espalda de Pantalón.....	130
Cuadro 12. Capacidad Actual Pieza Frente Pantalón.....	132
Cuadro 13. Capacidad Actual Pieza Espalda de Pantalón.....	134
Cuadro 14. Variables del Proceso de Confección de Calentadores.....	136
Cuadro 15. Capacidad Corto y Largo Plazo Actual Pieza Cuello 1.....	140
Cuadro 16. Capacidad Corto y Largo Plazo Actual Pieza Cuello 2.....	141
Cuadro 17. Capacidad Corto y Largo Plazo Actual Pieza Cuello 3.....	141
Cuadro 18. Capacidad Corto y Largo Plazo Actual Pieza Lateral Delantero.....	141
Cuadro 19. Capacidad Corto y Largo Plazo Actual Pieza Lateral Espalda.....	141
Cuadro 20. Capacidad Corto y Largo Plazo Actual Pieza Mangas.....	142
Cuadro 21. Capacidad Corto y Largo Plazo Actual Pieza Bolsillos.....	142

Cuadro 22. Capacidad Corto y Largo Plazo Actual Pieza Delanteros.....	142
Cuadro 23. Capacidad Corto y Largo Plazo Actual Pieza Espalda.....	142
Cuadro 24. Capacidad Corto y Largo Plazo Actual Pieza Bolsillos Frente Pantalón.....	143
Cuadro 25. Capacidad Corto y Largo Plazo Actual Pieza Bolsillos Espalda Pantalón.....	143
Cuadro 26. Capacidad Corto y Largo Plazo Actual Pieza Frente Pantalón.....	143
Cuadro 27. Capacidad Corto y Largo Plazo Actual Pieza Espalda Pantalón.....	143
Cuadro 28. Capacidad Mejorada de Pieza Cuello 1.....	197
Cuadro 29. Capacidad Mejorada de Pieza Cuello 2.....	200
Cuadro 30. Capacidad Mejorada de Pieza Cuello 3.....	202
Cuadro 31. Capacidad Mejorada de Pieza Lateral Delantero.....	206
Cuadro 32. Capacidad Mejorada de Pieza Lateral Espalda.....	209
Cuadro 33. Capacidad Mejorada de Pieza Mangas.....	212
Cuadro 34. Capacidad Mejorada de Pieza Bolsillos.....	216
Cuadro 35. Capacidad Mejorada de Pieza Delanteros.....	220
Cuadro 36. Capacidad Mejorada de Pieza Espalda.....	224
Cuadro 37. Capacidad Mejorada de Pieza Bolsillo Frente Pantalón.....	228
Cuadro 38. Capacidad Mejorada de Pieza Bolsillo Espalda Pantalón.....	231
Cuadro 39. Capacidad Mejorada de Pieza Frente Pantalón.....	235
Cuadro 40. Capacidad Mejorada de Pieza Espalda Pantalón.....	239
Cuadro 41. Variables del Proceso de Confección de Calentadores Mejora.....	242
Cuadro 42. Cuadro Comparativo Productividad Monofactorial.....	306

Cuadro 43. Cuadro Comparativo Productividad Multifactorial.....	306
Cuadro 44. Costos Implementación.....	306

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Causa- Efecto para el Proceso de Corte.....	186
Diagrama 2. Árbol de Proceso de Corte.....	188
Diagrama 3. Dispersión de Proceso de Corte.....	189

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Software de Diseño de Prendas de vestir.....	191
Fotografía 2. Plotter de diseño.....	191
Fotografía 3. Coche de corrida de tela.....	192
Fotografía 4. Reposo de tela.....	193
Fotografía 5. Engrapado de tela 1.....	193
Fotografía 6. Engrapado de tela 2.....	194
Fotografía 7. Corte de tela 1.....	194
Fotografía 8. Corte de tela 2.....	195
Fotografía 9. Etiquetado y revisado de piezas cortadas.....	196

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Pieza cuello color gris.....	112-197
Gráfico 2. Pieza cuello color tomate.....	114-200
Gráfico 3. Pieza cuello color negro.....	115-202
Gráfico 4. Pieza lateral delantero color negro.....	117-205
Gráfico 5. Pieza lateral espalda.....	119-208
Gráfico 6. Pieza mangas.....	121-212
Gráfico 7. Pieza Bolsillos.....	122-216
Gráfico 8. Pieza Delanteros.....	125-219
Gráfico 9. Pieza Espalda.....	127-224
Gráfico 10. Pieza Bolsillos Frente Pantalón.....	128-228
Gráfico 11. Pieza Bolsillos Espalda Pantalón.....	130-231
Gráfico 12. Pieza Frente Pantalón.....	132-234
Gráfico 13. Pieza Espalda Pantalón.....	134-238

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración I. Símbolos utilizados para realizar el mapeo de procesos.....	18
Ilustración II. Pasos para realizar una aplicación.....	19
Ilustración III. Diagrama Ishikawa.....	19
Ilustración IV. Diagrama de Proceso de Diseño de Calentadores.....	91
Ilustración V. Diagrama SIPOC de Diseño de Calentadores.....	92
Ilustración VI. Diagrama de Proceso de Corte de Chompa.....	93
Ilustración VII. Diagrama SIPOC de Corte de Chompa.....	94
Ilustración VIII. Diagrama de Proceso de Corte Pantalón.....	95
Ilustración IX. Diagrama SIPOC de Corte de Pantalón.....	96
Ilustración X. Diagrama de Proceso de Ensamble de Chompa.....	97
Ilustración XI. Diagrama SIPOC de Proceso de Ensamble de Chompa 1.....	99
Ilustración XII. Diagrama SIPOC de Proceso de Ensamble de Chompa 2.....	100
Ilustración XIII. Diagrama SIPOC de Proceso de Ensamble de Chompa 3.....	101
Ilustración XIV. Diagrama SIPOC de Proceso de Ensamble de Chompa 4.....	102
Ilustración XV. Diagrama SIPOC de Proceso de Ensamble de Chompa 5.....	103
Ilustración XVI. Diagrama SIPOC de Proceso de Ensamble de Chompa 6.....	104
Ilustración XVII. Diagrama de Proceso de Ensamble de Pantalón.....	105
Ilustración XVIII. Diagrama SIPOC de Ensamble de Pantalón 1.....	106
Ilustración XIX. Diagrama SIPOC de Ensamble de Pantalón 2.....	107
Ilustración XX. Diagrama SIPOC de Ensamble de Pantalón 3.....	108
Ilustración XXI. Diagrama de Proceso de Acabados de Calentador.....	109

Ilustración XXII. Diagrama SIPOC de Acabados de Calentador 1.....110

Ilustración XXIII. Diagrama SIPOC de Acabados de Calentador 2.....111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza Cuello 1.....	145
Tabla 2. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza Cuello 2.....	148
Tabla 3. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza Cuello 3.....	151
Tabla 4. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza Lateral Delantero..	154
Tabla 5. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza Lateral Espalda....	157
Tabla 6. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza Mangas.....	160
Tabla 7. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza Bolsillos.....	163
Tabla 8. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza Delanteros.....	166
Tabla 9. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza Espalda.....	171
Tabla 10. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza Bolsillos Frente Pantalón.....	175
Tabla 11. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza Bolsillos Espalda Pantalón.....	177
Tabla 12. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza Frente Pantalón..	179
Tabla 13. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza Espalda Pantalón.....	182
Tabla 14. Datos de Dispersión.....	189
Tabla 15. Capacidad Mejorada Pieza Cuello 1.....	198
Tabla 16. Capacidad Mejorada Pieza Cuello 2.....	201
Tabla 17. Capacidad Mejorada Pieza Cuello 3.....	204
Tabla 18. Capacidad Mejorada Pieza Lateral Delantero.....	207
Tabla 19. Capacidad Mejorada Pieza Lateral Espalda.....	210

Tabla 20. Capacidad Mejorada Pieza Mangas.....	213
Tabla 21. Capacidad Mejorada Pieza Bolsillos.....	217
Tabla 22. Capacidad Mejorada Pieza Delanteros.....	221
Tabla 23. Capacidad Mejorada Pieza Espalda.....	225
Tabla 24. Capacidad Mejorada Pieza Bolsillos Frente Pantalón.....	230
Tabla 25. Capacidad Mejorada Pieza Bolsillos Espalda Pantalón.....	233
Tabla 26. Capacidad Mejorada Pieza Frente Pantalón.....	236
Tabla 27. Capacidad Mejorada Pieza Espalda Pantalón.....	240
Tabla 28. Gráficos $\bar{X} - R$ Pieza Cuello 1.....	241
Tabla 29. Gráficos $\bar{X} - R$ Pieza Cuello 2.....	247
Tabla 30. Gráficos $\bar{X} - R$ Pieza Cuello 3.....	248
Tabla 31. Gráficos $\bar{X} - R$ Pieza Lateral Delantero.....	250
Tabla 32. Gráficos $\bar{X} - R$ Pieza Lateral Espalda.....	251
Tabla 33. Gráficos $\bar{X} - R$ Pieza Mangas.....	253
Tabla 34. Gráficos $\bar{X} - R$ Pieza Delanteros.....	255
Tabla 35. Gráficos $\bar{X} - R$ Pieza Espalda.....	256
Tabla 36. Gráficos $\bar{X} - R$ Pieza Bolsillos Frente Pantalón.....	259
Tabla 37. Gráficos $\bar{X} - R$ Pieza Bolsillos Espalda Pantalón.....	260
Tabla 38. Gráficos $\bar{X} - R$ Pieza Frente Pantalón.....	262
Tabla 39. Gráficos $\bar{X} - R$ Pieza Espalda Pantalón.....	264
Tabla 40. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Cuello 1.....	266
Tabla 41. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Cuello 2.....	269

Tabla 42. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Cuello 3.....	272
Tabla 43. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Lateral Delantero.....	275
Tabla 44. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Lateral Espalda.....	277
Tabla 45. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Mangas.....	280
Tabla 46. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Bolsillos.....	284
Tabla 47. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Delanteros.....	286
Tabla 48. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Espalda.....	290
Tabla 49. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Bolsillos Frente Pantalón.....	295
Tabla 50. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Bolsillos Espalda Pantalón.....	297
Tabla 51. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Frente Pantalón.....	299
Tabla 52. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Espalda Pantalón.....	302

RESUMEN

La empresa "Confecciones Angie". Al carecer de procesos técnicos y deficiencias en control de calidad, se estableció realizar una "Implementación del Control Estadístico para la Calidad en la Empresa, en la línea de producción de calentadores, para mejorar la capacidad del proceso y productividad".

Se realiza un análisis de todos los procesos productivos, en los cuáles se encontró que todos tenían problemas de calidad, con una recopilación de quejas de los clientes y con la ayuda de eso, identificamos que el problema más grave es la desigualdad en las prendas, causadas por la técnica ineficiente en el corte de piezas para calentador.

Ya detectado el proceso deficiente, se realiza un estudio inicial de capacidad y productividad en el proceso de corte, siendo en verdad muy notable la gran variabilidad y la falta de técnica en el proceso, obteniendo que todos los índices de capacidad tengan un valor menor a 0,2 puntos aproximadamente, siendo así un proceso ineficiente e incapaz. Y la productividad monofactorial de 4,931\$ y la Multifactorial de 2,102\$.

Analizando estos resultados en el proceso productivo en corte, se realiza una implementación en la técnica de este proceso, adicionando un software de diseño y plotter de las piezas de calentador para mejorar la exactitud en las dimensiones de las piezas, un coche transportador de tela para tender la tela en la mesa y dejar reposar la tela en un tiempo mínimo de una hora, reduciendo el tiempo de desdoblar tela en el piso que esto ocasionaba que la tela se manche y se arrugue, produciendo un mal tendido, desigualdad y deformidad. Además el engrapado de tela para evitar

que se mueva al momento de corte, luego el etiquetado y revisión de cortes para identificar en ese momento los cortes que cumple las especificaciones de $\pm 0,1$ cm., si la pieza no cumple será modificada para una prenda más grande o más pequeña dependiendo de su estado.

Realizada estas implementaciones se realiza nuevamente el estudio de capacidad y productividad, los cuáles dan como resultado el valor de los índices de 1,0 en adelante indicando que la capacidad es eficiente, y la productividad monofactorial de 6,164\$ y la multifactorial de 2,836\$, evidenciando así que la implementación han tenido éxito.

Las quejas de los clientes que eran de 4 mensuales han reducido a 0, es así que el problema principal de Calidad ha sido mejorado y la Implementación del Control Estadístico para la Calidad en la “Confecciones Angie”, ha cumplido con el objetivo principal de mejorar la Capacidad de Proceso y la Productividad.

ABSTRACT

The company "Confections Angie". Lacking technical processes and quality control deficiencies, was set to make a "Implementing Statistical Quality Control in the Company, at the production line of heaters, to improve process capability and productivity."

An analysis of all production processes in which it was found that all had quality problems with a collection of customer complaints and with the help of this, we identified that the biggest problem is inequality in the garments, caused by inefficient technique for cutting pieces heater.

We detected the flawed process is performed an initial study of ability and productivity in the cutting process, being truly remarkable high variability and lack of technique in the process, getting all capability indices have a value less than approximately 0.2 points, making it an inefficient process and incapable. And productivity monofactorial of \$ 4,931 and \$ 2.102 multifactorial.

Analyzing these result in cutting production process, is performed in the technical implementation of this process, adding a plotter software design and parts of the heater to improve accuracy in the dimensions of the pieces, a conveyor car fabric lay the fabric on the table and leave the fabric in a minimum of one hour, reducing the time to unfold fabric on the floor that this caused the fabric is stain and wrinkle, producing a poorly tended, inequality and deformity. Besides stapling fabric to prevent it from moving when cutting, then labeling and reviewing courts to identify at the time the cuts that meets the specifications of ± 0.1 cm., If the part will not meet modified for garment larger or smaller depending on your state.

Made these implementations is performed again the study of capacity and productivity, which results in the value of the indices from 1.0 onwards, indicating that the capacity is efficient, and productivity monofactorial of \$ 6.164 and \$ 2.836 multifactorial, thus demonstrating that the successful implementation.

The customer complaints were reduced monthly 4 to 0, so that the main issue of quality has been improved and the Implementation of Statistical Quality Control in the "Apparel Angie", has met the goal of improving Process Capability and Productivity.

PRESENTACIÓN

El motivo de este proyecto de tesis, es por la importancia que ahora se da a la calidad a nivel mundial; si un producto no cumple con las especificaciones no tendrá éxito es el medio que se desempeñe.

Atuntaqui, considerado como “Ciudad de la Moda”, “Centro Industrial de la Moda”, “La ciudad que te viste”; entre otras, ha bajado el en último año sus nivel en ventas, se ha establecido que esto sucede por el nivel bajo de calidad que presentan sus prendas.

Una empresa que baja su calidad o simplemente no la mejora, puede salir fácilmente de sus actividad, ya que el éxito está ahí, en satisfacer al cliente. Un cliente insatisfecho puede llevar a la quiebra a una organización.

“Confecciones Angie” conjuntamente con mi persona, preocupados por esta realidad, hemos establecido realizar el estudio de Control de Calidad, es así que la importancia de este tema de implementación y con conocimientos de grandes maestros de esta ciencia, nos hemos planteado realizar la “Implementación del Control Estadístico en la empresa Angie Confecciones, en la línea de calentadores, para mejorar la capacidad de proceso y productividad”.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS DE SEIS SIGMA

1.1 GENERALIDADES

Seis Sigma (SS) es una estrategia de mejora continua del negocio que busca encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio, enfocándose hacia aquellos aspectos que son críticos para el cliente. La estrategia Seis Sigma se apoya en una metodología altamente sistemática y cuantitativa orientada a la mejora de la calidad del producto o del proceso; tiene tres áreas prioritarias de acción; satisfacción del cliente, reducción del tiempo de ciclo y disminución del defectos. La meta de Seis Sigma, que le da el nombre, es lograr procesos con una calidad Seis Sigma, es decir, procesos que como máximo generen 3.4 defectos por millón de oportunidades. Esta meta se pretende alcanzar mediante un programa vigoroso de mejora, diseñado e impulsado por la alta dirección de una organización con el objetivo de lograr mejoras y eliminar defectos y retrasos de productos, procesos y transacciones. La metodología en la que se apoya Seis Sigma está definida y fundamentada en las herramientas y el pensamiento estadístico.

Seis Sigma fue introducida por primera vez en 1987 en Motorola por un equipo de directivos encabezadas por Bob Galvin, presidente de la compañía, con el propósito de reducir los defectos de productos electrónicos. Desde ese entonces Seis Sigma ha sido adoptado, enriquecido y generalizado por un gran número de compañías. Además de Motorola, dos organizaciones que se han comprometido de manera ejemplar con Seis Sigma y que han logrado éxitos espectaculares, son Allied Signal,¹ que inició su programa en 1994, y General Electric (GE),² que inició en 1995. Un factor decisivo de su éxito fue que sus presidentes, Larry Bossidy y Jack Welch,

¹ Allied Signal es una compañía diversificada en áreas como la aeroespacial, automotriz y materiales. Tiene más de 70 mil empleados y sus ingresos anuales rondan los 25 mil millones de dólares.

² GE es un gigante corporativo desplegado en todo el mundo y en diversas tareas (aeroespacio, entretenimiento, equipo médico, etc.). Tiene más de 300 mil empleados y su capital supera los 450 mil millones de dólares

respectivamente, encabezaron de manera entusiasta y firme el programa en sus organizaciones. En Latinoamérica la empresa Mabe es una de las organizaciones que ha logrado conformar uno de los programas Seis Sigma más exitoso.

Los resultados logrados por Motorola, Allied Signal y GE, gracias a Seis Sigma se muestran enseguida:

- Motorola logró aproximadamente 1 000 millones de dólares en ahorros durante tres años, y el premio a la calidad Malcolm Baldrige en 1988.
- Allied Signal: Más de 2 000 millones de dólares en ahorros entre 1994 y 1999.
- GE alcanzó más de 2 250 millones de dólares en ahorros en dos años (1998 – 1999).

1.1.1 CARACTERÍSTICAS DE SEIS SIGMA

- **Liderazgo comprometido de arriba hacia abajo.** Seis Sigma es una estrategia que va desde los niveles más altos de la dirección de la organización hacia todos los niveles inferiores. Empezando por el máximo líder de la organización, el líder ejecutivo de la iniciativa y siguiendo por los líderes locales. De esta manera, si estos líderes de la organización no encabezan Seis Sigma de manera entusiasta y comprometida, como lo hicieron Larry Bossidy (Allied Signal) y Jack Welch (GE) y sus equipos, esta estrategia se convertirá probablemente en un intento más de mejora. Por ello los campeones (champions) del programa se designan entre los líderes de cada negocio. Ellos son los responsables de garantizar el éxito de la implementación de Seis Sigma en sus propias áreas de influencia.

- **Seis Sigma es una iniciativa de tiempo completo.** Seis Sigma no es una actividad marginal y complementaria, por el contrario, el liderazgo de Seis Sigma a nivel negocio y en proyectos recae, tradicionalmente, en master black belts MBB'S (maestros cinta negra) y black belts BB'S (cinta negra). Estos líderes se dedican de tiempo completo a Seis Sigma y sus responsabilidades son establecer objetivos de calidad para el negocio, monitorear el progreso del cumplimiento de estos objetivos, selección de proyectos de Seis Sigma y supervisión del entrenamiento a los equipos

de proyectos. La implementación de Seis Sigma recae en los miembros de los equipos de proyectos (ingenieros, analistas financieros, expertos técnicos en el negocio, etc.), quienes reciben el entrenamiento del nivel green belt GB (cinta verde). Este entrenamiento lo imparten los MBB'S, BB'S o especialistas externos en coordinación con los primeros. En la sección Responsabilidades y entrenamiento vemos con detalle las responsabilidades, los perfiles que deben cumplir, el entrenamiento y acreditación de los diferentes actores que participan en Seis Sigma. De esta manera, para el éxito de iniciativa Seis Sigma es fundamental el tipo de líderes que se seleccione y la seriedad que se le dé a su entrenamiento y acreditación.

- **Orientada al cliente y se enfoca en los procesos.** Seis Sigma busca que todos los procesos cumplan con los requerimientos del cliente (en cantidad o volumen, calidad, tiempo y servicio) y que los niveles de desempeño a lo largo y ancho de la organización tiendan al nivel de calidad Seis Sigma. De aquí que al desarrollar la estrategia Seis Sigma en una organización se tenga que profundizar en el entendimiento del cliente y sus necesidades, y para responder a ello, hay que revisar críticamente los procesos de la organización; a partir de aquí establecer prioridades y trabajar para desarrollar nuevos conceptos, procesos, productos y servicios que atiendan y excedan las expectativas del cliente.

- **Seis Sigma se dirige con datos.** Los datos y el pensamiento estadístico orientan los esfuerzos en la estrategia Seis Sigma, ya que los datos son necesarios para identificar las variables críticas de la calidad (VCC) y los procesos o áreas a ser mejoradas. Las mejoras en calidad no pueden ser implementadas al azar, por el contrario, el apoyo a los proyectos son asignados cuando a través de datos se puede demostrar que con la ejecución del proyecto la diferencia será percibida y sentida por el cliente.

- **Seis Sigma se apoya en una metodología robusta.** Los datos por sí solos no resuelven los problemas del cliente y del negocio, por ello es necesaria una metodología. En Seis Sigma los proyectos se desarrollan en forma rigurosa con la

metodología de cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, que se describen a continuación:

- (D) Definir el proyecto. En esta fase se debe tener una visión y definición clara del problema que se pretende resolver mediante un proyecto Seis Sigma. Por ello será fundamental identificar las variables críticas para la calidad (VCC), esbozar metas, definir el alcance del proyecto, precisar el impacto que sobre el cliente tiene el problema y los beneficios potenciales que se esperan del proyecto.
 - (M) Medir la situación actual. En esta segunda etapa se miden las VCC del producto o el servicio (variables de salida, las Y's). En particular se verifica que pueden medirse en forma consistente; se mide la situación actual en cuanto al desempeño o rendimiento del proceso; y se establecen metas para las VCC.
 - (A) Analizar las causas raíz. La meta de esta fase es identificar la(s) causa(s) raíz del problema y confirmar las causas con datos.
 - (M) Mejorar las VCC. En esta etapa se tiene que evaluar e implementar soluciones que atiendan las causas raíz, asegurándose que se reducen los defectos (la variabilidad).
 - (C) Controlar para mantener la mejora. Una vez que las mejoras deseadas han sido alcanzadas, en esta etapa se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas (controlar las X's vitales) y se cierra al proyecto.
-
- **Seis Sigma se apoya en entrenamiento para todos.** El programa Seis Sigma se apoya en entrenamiento para todos sobre la metodología DMAMC y sus herramientas relacionadas. Generalmente la capacitación se da sobre la base de un proyecto que se desarrolla de manera paralela al entrenamiento, lo que le da un soporte práctico.

- **Los proyectos realmente generan ahorros o aumento en ventas.** Un aspecto que ha caracterizado a los programas Seis Sigma exitosos, es que los proyectos DMAMC realmente logran ahorros y /o incremento en ventas. Esto implica varias cosas: se seleccionan proyectos claves que realmente atiendan sus verdaderas causas, se generan soluciones de fondo y duraderas, y se tiene un buen sistema para evaluar los logros de los proyectos.

- **El trabajo por Seis Sigma se reconoce.** Seis Sigma se sostiene a lo largo del tiempo reforzando y reconociendo a los líderes en los que se apoya el programa, y a los equipos que logran proyectos DMAMC exitosos. De esta manera la estrategia debe diseñar formas específicas en las que se van a reconocer esfuerzos y éxitos por Seis Sigma. Recordemos los cuatro niveles y formas de reconocer el trabajo de otros en una organización; nos referimos a las cuatro P's, donde el primer nivel de reconocimiento es palmadita; el directivo da una palmadita, una nota o un elogio a quien desea reconocer; con ello señala que está enterado y satisfecho con lo hecho. El segundo nivel, más importante que el primero, es presentación, en el cual a quienes se desea reconocer exponen ante colegas y superiores los hechos y logros obtenidos. La tercera P es pesos, en este nivel el reconocimiento se refleja en una compensación monetaria. La última P es puesto, donde se reconocen esfuerzos y logros, y se encomienda una responsabilidad con mayor jerarquía en la organización; por lo general para que se dé esta última P, tuvieron que darse antes, varias veces, las otras P's previas. En esta fase se recomienda involucrar más en Seis Sigma a los empleados que se les ve futuro dentro de la organización.

- **Seis Sigma es una iniciativa con horizonte de varios años, por lo que no desplaza otras iniciativas estratégicas, por el contrario, se integra y las esfuerza.** Dadas las características de Seis Sigma que hemos descrito, ésta es una iniciativa que debe perdurar y profundizarse a lo largo de varios años. Por ello cuando se inicia Seis Sigma puede cuestionarse sobre qué va a pasar con las iniciativas estratégicas vigentes que actualmente se venían trabajando. La respuesta es que la iniciativa Seis Sigma debe integrarse al resto de las iniciativas estratégicas vigentes en la organización. La experiencia dice que esto puede ser relativamente

fácil, ya que Seis Sigma es un enfoque muy poderoso para orientar y alinear los recursos para resolver los problemas críticos del negocio. Seis Sigma se puede ver como la forma en que medimos, aprendemos y actuamos; a través de las variables críticas para la calidad (VCC) y la metodología DMAMC. Entonces Seis Sigma se integra a otras iniciativas, para que éstas continúen y se vean fortalecidas con la forma de trabajar de Seis Sigma.

- **Seis Sigma se comunica.** Los programas Seis Sigma se fundamentan en un programa intenso de comunicación que genera comprensión, apoyo y compromiso, tanto en el interior de la organización como en el exterior (proveedores, clientes clave). Esto permitirá afianzar en toda la organización esta nueva filosofía, partiendo de explicar qué es Seis Sigma y por qué es necesario trabajar para ella. Los resultados que se obtengan con Seis Sigma deben ser parte de este programa de comunicación.

Han existido varias iniciativas similares a Seis Sigma en los últimos veinte años. No obstante que casi todas han tenido algún tipo de impacto en mejorar la calidad, pocas han tenido un impacto tan fuerte y duradero. Por ejemplo, Seis Sigma es una iniciativa que se ha mantenido y mejorado a lo largo de diez años en organizaciones líderes mundiales, esto habla de su éxito sostenido. Así vale la pena preguntarse por qué funciona Seis Sigma. Uno de los factores claves ha sido el compromiso decisivo de la alta dirección. Sin este apoyo realmente es poco lo que puede hacer Seis Sigma. El apoyo que ha recibido de la alta dirección es algo que se ha ganado a lo largo de los años gracias a sus resultados. En suma, Seis Sigma se puede ver como un renacimiento de los mejores ideales y métodos de mejora de las últimas décadas.

El éxito de Seis Sigma se debe a las características que ya se señalaron antes. Como complemento, Hahn et al. (2000) señalan que otras de las razones del éxito de Seis Sigma son:

- Monitoreo automático, acceso a grandes bases de datos.
- La fácil accesibilidad a los usuarios de poderosas herramientas estadísticas (algunas veces esto se ha señalado como la democratización de la estadística).

- Grandes mejoras en los recursos para la comunicación que ha permitido transferencia rápida de la información (videoconferencia, internet, etc.).

La mayoría de las herramientas de Seis Sigma no son nuevas, muchas tienen varios años. Lo que es nuevo son los niveles de entrenamiento que sobre ellas se ha logrado y desarrollo de la filosofía del pensamiento estadístico que se ha alcanzado en las organizaciones.

Además, Seis Sigma ha logrado conjugar dos iniciativas muchas veces separadas: el programa de mejora y el programa de entrenamiento. En Seis Sigma el programa de mejora lleva en forma explícita un programa de entrenamiento para todos los empleados en la organización.

Finalmente cabe señalar que los proyectos Seis Sigma se deben aplicar a todos aquellos procesos que se han identificado como susceptibles de ser mejorados en forma importante.

1.2 ENTORNO DE LA CALIDAD TOTAL

1.2.1 CONCEPTOS MODERNOS EN LA ADMINISTRACIÓN

La empresa es una productora de bienes y servicios que satisface las necesidades de un mercado de consumo y opera normalmente en un entorno incierto y competitivo.

Es a su vez una consumidora de bienes y servicios los cuales adquiere en otro mercado de bienes y servicios, concepto dual de la empresa.

El producto, bien o servicio, es el reflejo e imagen de la empresa necesaria para sus operaciones en el mercado, y debe ser medido por una variable muy importante y fundamental en la gestión, pero venida a menos, y descuidado por las gerencias, en especial en nuestro país: La Calidad. Calidad que evaluada en el producto que el mercado recibe debe reflejar la calidad de toda la organización.

1.2.2 CONCEPTO DE CALIDAD TOTAL

Este concepto, junto con otros dos conceptos modernos de la administración, el justo a tiempo y el mantenimiento productivo total, introducidos por los japoneses en el mundo occidental, pero de padres occidentales: W. Edwards Deming y Joseph Juran, son estrategias decisivas en la gestión moderna gerencial para ser frente a la incertidumbre, al riesgo del entorno, y a la cada vez más madura competencia.

Se mezclan conceptos que se complementan adecuadamente: Calidad (TQC), Logística (JIT) y Mantenimiento (TPM), todas ellas orientadas a la reducción de costos, objetivos altamente deseado por toda gerencia, pero con calidad en el producto que al mercado, característica decisiva especialmente en mercados competitivos.

EMPRESA = PRODUCTO

TQC + JIT + TPM = PRODUCTIVIDAD EMPRESARIAL

TOTAL QUALITY CONTROL + JUST-IN-TIME + TOTAL PRODUCTIVE
MAINTENANCE

UNA NUEVA FILOSOFIA EMPRESARIAL

Los japoneses poseen una filosofía muy clara en sus operaciones empresarial: Evitar los MURI (Excesos), los MUDA (Desperdicios/Mermas), y los MURA (Seguridades/Desbalances). Excesos en capitales inmovilizados (Costos de oportunidad), como son los altos inventarios con riesgos de deterioro, pérdidas, roturas, etc.

Desperdicios y mermas por un proceso deficiente con componentes mal mantenidas, mal operadas y mal utilizadas.

1.2.3 LA FILOSOFÍA DEMING DE LA CALIDAD

Es un sistema de mejoramiento de la producción que nos ayudará a alcanzar las metas propuestas, a reducir costos y por consiguiente incrementar la productividad empresarial.

- **1 Punto: Generar constancia de propósito en mejorar los productos y los servicios para ser competitivos.**

Les recomienda a las compañías que piensen detenidamente en el futuro y que desarrollen un plan para continuar en el negocio.

En vez de hacer dinero, deben permanecer en el negocio y proporcionar empleo por medio de la innovación, la investigación, el constante mejoramiento del producto y del servicio, el mejoramiento de los procesos y el mantenimiento de los equipos, muebles e instalaciones.

Ser constante en el propósito significa:

a) **Innovación.** No sólo consiste en introducir nuevos productos, sino que debe tener mercados y ayudar a la gente a vivir mejor en algún sentido material. La Innovación requiere fe en el futuro.

b) **Invertir recursos en investigación y en instrucción.** Con el fin de prepararse para el futuro, una compañía debe invertir hoy. No puede haber innovación sin investigación y no puede haber investigación sin empleados apropiadamente instruidos.

c) **Continuo mejoramiento del producto y el servicio.** Esta obligación con el consumidor nunca termina, se pueden obtener grandes beneficios mediante un continuo proceso de mejoramiento del diseño, aún de productos y servicios ya existentes, e incluso de los que presentan dificultad.

d) **Mejorar el proceso.** Base del valor agregado, Know-how tecnológico de la empresa y fuente de la productividad.

e) **Invertir en el mantenimiento de los equipos muebles e instalaciones, y en nuevas ayuda para la producción, tanto en oficina como en planta.** Obviamente una compañía no puede mejorar su producto con equipos que no funcionen

satisfactoriamente, ni puede lanzar un nuevo producto usando maquinaria obsoleta. Es necesario invertir en estas áreas.

- **2 Punto: Adoptar la nueva filosofía del mejoramiento incesante.**

Muchas compañías son demasiado tolerantes frente a un trabajo deficiente y a un servicio hosco. No deberían darse el lujo de vivir con errores, defectos, mala calidad, malos materiales, trabajadores temerosos e ignorantes, entrenamiento deficiente o un servicio desatento. Los defectos no son gratuitos, sino que hacen que nuestro costo aumente; un servicio confiable reduce los costos, por otra parte las demoras y los errores aumentan los costos. Necesitamos una nueva religión en la que los errores y el negativismo sean inadmisibles.

- **3 Punto: No depender más en inspecciones masivas, usar estadísticas con muestras.**

Las compañías generalmente inspeccionan un producto de manera característica cuando sale de la línea de producción o en etapas importantes. En general, la inspección no debe dejarse para el producto final, cuando resulta difícil determinar en qué parte del proceso se produjo un defecto.

Los productos defectuosos, o bien se desechan, o bien se procesan; tanto lo uno como lo otro es innecesariamente costoso. En efecto, una compañía le está pagando a los trabajadores por hacer un trabajo defectuoso y luego por corregirlo.

La calidad no se logra mediante la inspección, sino mediante el mejoramiento del proceso. Con instrucción los trabajadores se hacen parte de este mejoramiento. El Proceso es aún más importante en los servicios, pues, lo reciben directamente los clientes.

- **4 Punto: Acabar con la práctica de desarrollar contratos de compra basándose exclusivamente en el precio y reducir el número de proveedores.**

Los departamentos de compras tienen la costumbre de actuar con órdenes de buscar el proveedor que ofrezca el precio más bajo, esto conduce a suministros de baja calidad en el producto final:

<<La buena calidad engendra buena calidad>>.

Deberían en cambio, buscar la mejor calidad y trabajar para lograr esto con un solo proveedor en una relación a largo plazo. La mejor forma de que un comprador pueda servirle a su compañía es desarrollando una relación a largo plazo de lealtad y confianza con un solo proveedor por artículo para reducir los costos y mejorar la calidad.

- **5 Punto: Mejorar continuamente y por siempre el sistema de producción y de servicio.**

El mejoramiento no se logra de buenas a primeras. La gerencia está obligada a buscar continuamente maneras de reducir el desperdicio y de mejorar la calidad.

Todos los departamentos y todo el personal de la compañía deben convenir en implantar el mejoramiento constante de la calidad y de la productividad. Resulta apropiado considerar preguntas tales como si su firma se está desempeñando mejor que el año pasado, o que hace dos años. Si el mercado es más eficaz; si los clientes están más satisfechos; y si el orgullo y el desempeño de los empleados han mejorado.

- **6 Punto: Instituir la capacitación y el entrenamiento en el trabajo.**

Con mucha frecuencia los trabajadores han aprendido sus labores de otro trabajador que nunca fue entrenado apropiadamente. A menudo es poco o ninguna la capacitación que han recibido.

Se ven obligados a seguir instrucciones imposibles de entender o no saben si han hecho correctamente su trabajo, por lo tanto no pueden desempeñar eficientemente su trabajo porque nadie les dice cómo hacerlo.

Por otra parte, el Dr. Deming pone énfasis en que la capacitación no debe finalizar mientras el desempeño no haya alcanzado el control estadístico y mientras haya una posibilidad de progreso.

Todos los empleados tendrán que recibir alguna capacitación en el significado de la variación y es preciso que tengan un conocimiento rudimentario de los gráficos de control. Si se establecen nuevos equipos o procesos, también debe haber reentrenamiento.

- **7 Punto: Instituir el liderazgo y mejorar la supervisión del mejoramiento.**

El trabajo de un superior no es decirle a la gente que hacer o castigarla si lo hace mal, sino orientarla.

Orientar es ayudar a la gente a hacer mejor el trabajo y conocer por medio de métodos objetivos quien requiere ayuda individual.

La tarea del gerente es guiar, ayudar a los empleados a hacer mejor su trabajo. Al contratarlos, la gerencia asume la responsabilidad de su éxito o fracaso.

Deming sostiene que la mayor parte de las personas que no realizan bien su trabajo no son holgazanes que fingen estar enfermos para no trabajar, sino que simplemente han sido mal ubicados. Si alguien tiene una incapacidad o no puede realizar un trabajo, el gerente tiene la obligación de encontrar otro lugar para esa persona.

- **8 Punto: Desterrar los temores, trabajar eficientemente.**

Muchos empleados temen hacer preguntas o asumir una posición, aun cuando no entiendan en que consiste el trabajo, o si es que está bien o mal lo que hacen. La gente suele o bien seguir haciendo las cosas de manera incorrecta, o bien dejar de hacerlas.

La pérdida económica producida por el temor es aterradora. La gente teme perder sus aumentos de sueldo o sus ascensos, o lo que es peor, su empleo. Para mejorar la calidad y la productividad es necesario que la gente se sienta segura, no tenga miedo de expresar ideas o de hacer preguntas.

El miedo dice el Dr. Deming, desaparecerá a medida que mejore la gestión de la gerencia y a medida que los empleados adquieran confianza en ella.

- **9 Punto: Mejorar la comunicación y derribar las barreras que existen entre las áreas de la organización.**

Con frecuencia las áreas de staff (departamentos o secciones) están compitiendo entre sí o tienen metas que chocan entre sí, no trabajan en equipo para poder resolver los problemas o para preverlos y lo que es peor, las metas de un departamento, pueden causarle dificultades a otro.

Aunque las personas trabajen sumamente bien en sus respectivos departamentos, si sus metas están en conflicto, pueden arruinar a la compañía. Es mejor trabajar en equipo, trabajar para la compañía.

- **10 Punto: Eliminar los slogans, las exhortaciones y las metas numéricas para la fuerza laboral y mejorar la productividad.**

Según Deming los slogans nunca sirvieron a nadie para hacer un buen trabajo. Generan frustraciones y resentimientos.

El hecho de recurrir a los slogans lleva implícita la suposición de que los empleados podrían, si no intentaran, desempeñarse mejor. A ellos les ofende y no los inspira esta sugerencia. Al verse obligados a trabajar con equipos inadecuados o en mal estado, con iluminación y ventilación deficientes, en lugares de trabajo desagradables con una supervisión incompetente, interpretando los slogans y las exhortaciones como señal de que la gerencia no sólo entiendan sus problemas, sino que tampoco se toman la molestia de averiguarlos. Hay que dejar que la gente establezca sus propios slogans.

1.2.4. CALIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN Y DE LAS OPERACIONES.

En los párrafos anteriores se han mencionado la importancia de que la calidad como filosofía de empresa y política de gerencia se debe originar en el más alto nivel e involucrar a toda la organización y a todo su personal, y no sólo está relacionada al producto únicamente como tradicionalmente. LA CALIDAD ES ESTRATEGICA.

Es por eso que debemos iniciar el proceso de calidad desde el ápice estratégica como promulgadora de políticas tendientes a lograr los objetivos empresariales y transmitir esta filosofía a todos los estamentos de la misma.

La Línea Media como elemento ejecutivo y vínculo con el núcleo operacional. La Tecnoestructura como elemento normador y el Staff como elemento de apoyo son integrantes valiosos de esta estrategia y que le dan la continuidad necesaria a la misma.

En las operaciones es donde se ejecuta este proceso y el seguimiento inicial puede tomar tiempo hasta que la adopción de la filosofía sea total en la empresa.

Esta secuencia se puede indicar de la siguiente manera:

- Calidad de la organización
- Calidad del diseño del producto
- Calidad de las compras de materiales directos e indirectos
- Calidad del almacenaje y distribución física interna de entrada
- Calidad del proceso de transformación
- Calidad de la planta
- Calidad del trabajo
- Calidad del producto y servicio fabricado
- Calidad del almacenaje y distribución física interna de salida
- Calidad de las ventas y la comercialización
- Calidad de respuesta del mercado a nuestro producto

Estas operaciones de Producción, Logística y Ventas deben complementarse adecuadamente con la calidad del proceso financiero y de mercadeo, pero, sobre todo integradamente con la Calidad del Recurso Humano, el activo más valioso de toda la organización.

Un modelo esquemático de un Sistema de Calidad se presenta a continuación.

Calidad Total es el estado del arte en la gestión gerencial moderna. El efecto multiplicador de su aplicación es objetivamente presentado por Deming en lo que denomina la <<Reacción en Cadena de la Calidad>>, la cual se ilustra y en la cual se

puede apreciar lo ventajoso que significa implementar una estrategia de Calidad Total en la Empresa.

Existen aspectos que en la actualidad no generan discusión tales como:

- La calidad se produce, no se inspecciona, ni controla.
- La calidad nace con el tiempo y se demuestra con la duración.
- Calidad en la fuente, en el origen
- Calidad de la organización
- Competir con calidad.
- Productividad basada en calidad.
- Calidad y costos.
- Calidad y producto.

1.3 HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD

Las herramientas comúnmente usadas en el proceso estadístico incluyen:

- Diagramas
 - ✓ Pareto
 - ✓ Ishikawa (Causa y Efecto)
 - ✓ Dispersión
- Estratificación y Verificación
- Lluvia de ideas
- Mapeo de procesos
- Multivary
 - ✓ Posicional
 - ✓ Cíclica
 - ✓ Temporal
 - ✓ Flujo de procesos

1.3.1 MAPEO DE PROCESOS

El mapeo de procesos es una representación gráfica de un proceso en la que se ilustran en forma detallada todos los pasos del proceso, tanto los que agregan valor como los que no; también se identifican las variables claves del proceso, tanto de entrada como de salida. El propósito de un mapeo de proceso es identificar los sistemas de medición que requieren ser analizados, establecer las variables críticas para la calidad que es necesario estudiar su capacidad, identificar oportunidades para simplificar el proceso, ya sea eliminando pasos o identificando cuellos de botella.

Los mapeos de proceso pueden hacerse en tres niveles: macro (toda una organización), nivel local (todo un proceso) o nivel micro (un subproceso en particular).

1.3.1.1 Pasos para realizar un mapeo de procesos

1. Listar los pasos en general y las principales variables de salida que son claves para el cliente.
2. Identificar los pasos que agregan valor y los que no agregan valor en el proceso.
3. Mostrar las características críticas de calidad de cada paso del proceso y producto.
4. Listar y clasificar las entradas claves en cada paso del proceso. La clasificación se puede hacer con los siguientes criterios: crítico (*), controlable (o) y de ruido (⊗).
5. Añadir las especificaciones de operadores actuales y los objetivos de proceso para las entradas controlables y críticas.

1.3.1.2 Símbolos utilizados para realizar el mapeo de procesos
















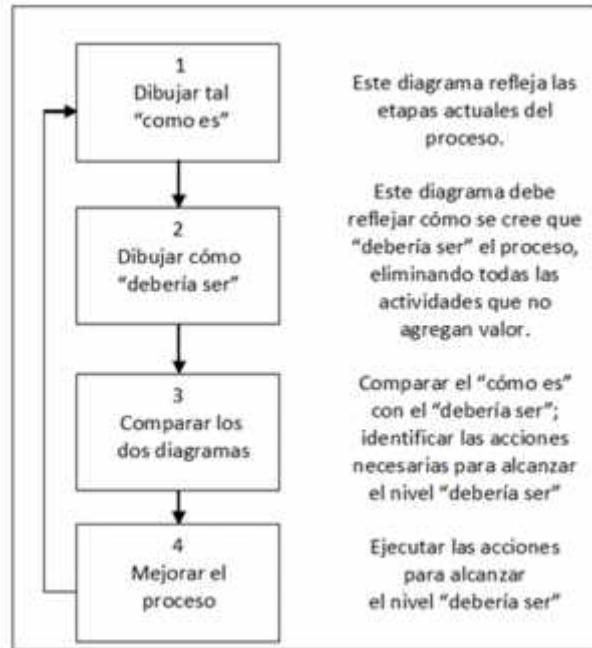
	Paso del proceso u operación
	Proceso alternativo
	Decisión
	Datos
	Proceso predefinido
	Documento
	Preparación
	Operación manual
	Entrada manual
	Conector
	Conector fuera de página
	Display
	Datos almacenados
	Terminador
	Retraso

Ilustración 1. Símbolos utilizados para realizar el mapeo de procesos

1.3.1.3 Pasos para realizar una aplicación

Ilustración II. Pasos para realizar una aplicación



1.4 CAUSAS Y MEDIDAS DE VARIABILIDAD

1.4.1 DIAGRAMA DE ISHIKAWA (O DE CAUSA - EFECTO)

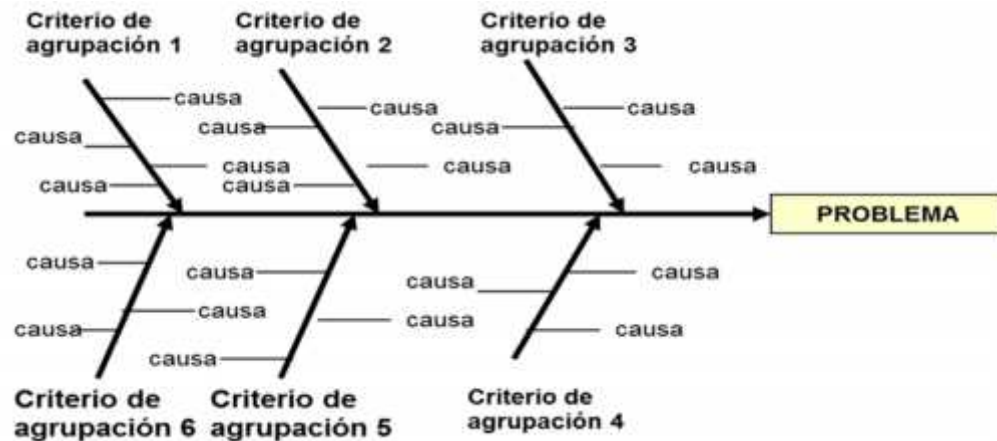


Ilustración III. Diagrama Ishikawa

El diagrama de causa – efecto o de Ishikawa es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a contemplar todas las causas que pueden afectar el problema bajo análisis y de esta forma se evita el error de buscar directamente las soluciones sin cuestionar a fondo cuáles son las verdaderas causas. De esta forma, el uso del diagrama de Ishikawa (DI), ayudará a no dar por obvias las causas, sino que se trate de ver el problema desde otras perspectivas.

Existen tres tipos básicos de diagramas de Ishikawa, los cuales dependen de cómo se buscan y se organizan las causas en la gráfica.

1.4.1.1 Método de las 6M's

El método de las 6M's es el más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales: método de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Estos seis elementos definen de manera global todo proceso y cada uno aporta parte de la variabilidad del producto final, por lo que es natural esperar que las causas de un problema estén relacionadas con alguna de las 6M's. La pregunta básica para este tipo de construcción es: ¿qué aspecto de esta M se refleja en el problema bajo análisis? Más adelante se da una lista de posibles aspectos para cada una de las 6M's que pueden ser causas potenciales de problemas en manufactura.

1.4.1.2 Aspectos o factores a considerar en las 6M's

1.4.1.2.1 Mano de obra o gente

- Conocimiento (¿la gente conoce su trabajo?).
- Entrenamiento (¿están entrenados los operadores?).
- Habilidad (¿los operadores han demostrado tener habilidad para el trabajo que realizan?).

- Capacidad (¿se espera que cualquier trabajador pueda llevar a cabo de manera eficiente su labor?).
- ¿La gente está motivada?, ¿sabe la importancia de su trabajo por la calidad?, ¿realiza labor de equipo, la empresa está comprometida con su gente?

1.4.1.2.2 *Métodos*

- Estandarización (¿las responsabilidades y los procedimientos de trabajo están definidos clara y adecuadamente o dependen del criterio de cada persona?).
- Excepciones (¿cuándo el procedimiento estándar no se puede llevar a cabo existe un procedimiento alternativo claramente definido?).
- Definición de operaciones (¿están definidas las operaciones que constituyen los procedimientos?, ¿cómo se decide si la operación fue hecha de manera correcta?).

La contribución a la calidad por parte de esta rama es fundamental, ya que por un lado cuestiona si están definidos los métodos de trabajo, las operaciones y las responsabilidades; por el otro, en caso de que sí estén definidas, cuestiona si son adecuados.

1.4.1.2.3 *Máquinas o equipos*

- Capacidad (¿las máquinas han demostrado ser capaces de dar calidad que se les pide?).
- Condiciones de operación (¿las condiciones de operación en términos de las variables de entrada son las adecuada?, ¿se ha hecho algún estudio que lo respalde?).
- ¿Hay diferencias? (hacer comparaciones entre máquinas, cadenas, estaciones, instalaciones, etc. ¿Se identificaron grandes diferencias?).

- Herramientas (¿hay cambios de herramientas periódicamente?, ¿son adecuados?).
- Ajustes (¿los criterios para ajustar las máquinas son claros y han sido determinados de forma adecuada?).
- Mantenimiento (¿hay programas de mantenimiento preventivo?, ¿son adecuados?).

1.4.1.2.4 *Material*

- Variabilidad (¿se conoce cómo influye la variabilidad de los materiales o materia prima sobre el problema?).
- Cambios (¿ha habido algún cambio reciente en los materiales?).
- Proveedores (¿cuál es la influencia de múltiples proveedores?, ¿se sabe si hay diferencias significativas y cómo influyen éstas?).
- Tipos (¿se sabe cómo influyen los distintos tipos de materiales?).

1.4.1.2.5 *Mediciones*

- Disponibilidad (¿se dispone de las mediciones requeridas para detectar o prevenir el problema?).
- Definiciones (¿están definidas operacionalmente las características que son medidas?).
- Tamaño de muestra (¿han sido medidas suficientes piezas?, ¿son representativas, de tal forma que las decisiones tienen sustento?).
- Repetitividad (¿se puede repetir con facilidad la medida y tiene la precisión requerida?).
- Reproducibilidad (¿los métodos y criterios para tomar mediciones son los adecuados?, ¿los aplica la gente que hace mediciones?).
- Calibración o sesgo (¿existe algún sesgo en las mediciones?).

Esta rama resalta la importancia que tiene el sistema de medición para la calidad, ya que las mediciones a lo largo del proceso son la base para tomar decisiones y acciones; por lo que debemos preguntarnos si estas mediciones son representativas o correctas, es decir, si en el contexto del problema que se está analizando, las mediciones son la calidad, si los resultados de medición, pruebas e inspección son fiables.

1.4.1.2.6 Medio Ambiente

- Ciclos (¿existen patrones o ciclos en los procesos que dependen de condiciones del medio ambiente?).
- Temperatura (¿la temperatura ambiental influye en las operaciones?).

1.4.1.2.7 Ventajas del método 6M's

- Obliga a considerar gran cantidad de elementos asociados con el problema.
- Puede ser usado cuando el proceso no se conoce con detalle.
- Se concentra en el proceso y no en el producto.

1.4.1.2.8 Desventajas del método 6M's

- En una sola rama se identifican demasiadas causas potenciales.
- Se tiende a concentrarse en pequeños detalles del proceso.
- El método no es ilustrativo para quienes desconocen el proceso.

1.4.1.2 Método flujo de proceso

Con el método flujo del proceso de construcción la línea principal del diagrama de Ishikawa sigue la secuencia normal del proceso de producción o de administración. Los factores que pueden afectar la característica de calidad se agregan en el orden que les corresponde, según el proceso. Para ir agregando, en el orden del proceso,

las causas potenciales, se puede realizar la siguiente pregunta: ¿qué factor o situación en esta parte del proceso puede tener un efecto sobre el problema especificado? Este método permite explorar formas alternativas de trabajo, detectar cuellos de botella, descubrir problemas ocultos, etc. Algunas de las ventajas y desventajas del diagrama de Ishikawa, construido según el flujo del proceso.

1.4.1.2.1 Ventajas

- Obliga a preparar el diagrama de flujo del proceso.
- Se considera al proceso completo como una causa potencial del problema.
- Identifica procedimientos alternativos de trabajo.
- Se pueden llegar a descubrir otros problemas no considerados al inicio.
- Permite que las personas que desconocen el proceso se familiaricen con él, lo que facilita su uso.
- Puede usarse para predecir problemas del proceso, poniendo atención especial en las fuentes de variabilidad.

1.4.1.2.2 Desventajas

- Es fácil no detectar las causas potenciales, puesto que la gente puede estar muy familiarizada con el proceso haciéndoseles todo normal.
- Es difícil usarlo por mucho tiempo, sobre todo en procesos complejos.
- Algunas causas potenciales pueden aparecer muchas veces.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTOS DE CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD

2.1 PROCESO EN ESTADO DE CONTROL

2.1.1 CAUSAS COMUNES Y ESPECIALES DE VARIACIÓN

Los procesos siempre tienen variación, ya que en él intervienen diferentes factores sintetizados a través de la 6M's: materiales, maquinaria, medición, mano de obra, métodos y medio ambiente. Bajo condiciones normales o comunes de trabajo todas las M's aportan variación a las variables de salida del proceso, en forma natural o inherente, pero además pueden aportar variaciones especiales o fuera de lo común, ya que a través del tiempo las 6M's son susceptibles de cambios, desajustes, desgastes, errores, descuidos, fallas, etc. Así, hay dos tipos de variabilidad: debido a causas comunes y a causas especiales o atribuibles. Resulta fundamental distinguir en forma eficiente entre ambos tipos de variación, para así tomar las medidas adecuadas en cada caso.

2.1.1.1 La variación por causas comunes (o por azar).

Es aquella que permanece día a día, lote a lote; la aportan en forma natural las actuales condiciones de las 6M's. Esta variación es inherente a las actuales características del proceso y es el resultado de la acumulación y combinación de diferentes causas que son difíciles de identificar y eliminar, debido a que son inherentes al sistema y porque la contribución individual de cada causa es pequeña; no obstante, representa a largo plazo la mayor oportunidad de mejora. Cuando se tiene baja capacidad de un proceso debido a causas comunes es necesario modificar aspectos de fondo, por ejemplo el tipo de materiales, condiciones de operación,

métodos de trabajo, etc. Por ello será necesario realizar un análisis o un plan que diagnostique las verdaderas causas de fondo.

2.1.1.2 La variación por causas especiales (o atribuibles).

Es causada por situaciones o circunstancias especiales que no son permanentes en el proceso. Por ejemplo la falla ocasionada por el mal funcionamiento de una pieza de la máquina, el empleo de materiales no habituales o el descuido no frecuente de un operario. Las causas especiales, por su naturaleza relativamente discreta, a menudo pueden ser identificadas y eliminadas si se cuenta con los conocimientos y condiciones para ello.

Un proceso que trabaja sólo con causas comunes de variación se dice que está en control estadístico (o su variación a través del tiempo es estable). Independientemente de que su variabilidad sea mucha o poca, el desempeño del proceso es predecible sobre el futuro inmediato, en el sentido de que su tendencia central y la amplitud de su variación se espera que se mantengan al menos en el corto plazo. Un proceso en el que están presentes causas especiales de variación se dice que está fuera de control estadístico (o simplemente que es inestable). Este tipo de procesos son impredecibles sobre el futuro inmediato porque en cualquier momento pueden aparecer de nuevo esas situaciones que tienen un efecto especial sobre la tendencia central o sobre la variabilidad.

No distinguir entre estos dos tipos de variabilidad lleva a cometer dos errores en la actuación sobre los procesos.

- Error 1: reaccionar ante un cambio o variación (efecto o problema) como si proviniera de una causa especial, cuando en realidad surge de algo más profundo en el proceso, como son las causas comunes de variación.
- Error 2: tratar un efecto o cambio como si proviniera de causas comunes de variación, cuando en realidad se debe a una causa especial.

Cada uno de estos dos errores causa pérdida. Se puede evitar uno u otro, pero no ambos. No es posible reducir a cero ambos errores. Lo mejor que se puede hacer es tratar de cometer rara vez a ambos, y para ello fueron ideadas las cartas de control por el doctor Walter Shewhart en 1924.

Estos errores son comunes en todos los niveles jerárquicos de una empresa, ya que es frecuente que estén relacionados con hábitos de acción y dirección. El error 2 tiene que ver con la falta de acción oportuna y previsoras para detectar rápido la presencia de una causa especial; más bien las acciones llegan hasta que los problemas hacen crisis, hasta que estalla el incendio.

El error 1 tiene que ver con la sobre-reacción, actuar en forma visceral e inmediatamente ante los cambios; en lugar de actuar y decidir en forma objetiva con el conocimiento de la variabilidad de los procesos y de los sistemas. Algunos ejemplos típicos de actuación reactiva, en donde es probable que se cometa el error 1, son los siguientes:

- La reacción de enojo o reclamo hacia los trabajadores ante la queja de un cliente o ante cualquier problema de calidad. se ignora que las soluciones del grueso de los problemas en una organización están fuera del alcance de la gente de labor directa (Deming, 1991)
- Reaccionar según las cifras del turno, día o semana anterior (la típica reunión para exigir la reducción de costos, quejas, desperdicio, etc). Se desconoce que las más de las variaciones que se presentan en los resultados de un día a otro, son variaciones naturales.
- Reunión urgente de ejecutivos para corregir los problemas que se han presentado, cuando probablemente estos problemas sean comunes y recurrentes, por lo que es casi imposible que se ataquen sus causas de fondo en una junta urgente, más bien y en el mejor de los casos se atacan los efectos. Por lo que pronto se volverán a presentar. Cayendo así en un círculo

vicioso en el que sin saberlo se atrofian las capacidades para llegar a soluciones de fondo.

- Un trabajador capacitado de otro en sucesión, donde se van acumulando vicios en métodos y criterios que afectan la calidad.
- Ajustar un proceso incapaz cuando se sale de especificaciones, generándole así mayor variabilidad.

El problema en este tipo de reacciones no es la reacción en sí, sino la forma de reaccionar: atienden los aspectos superficiales, se corrigen los efectos y no las causas; no conducen a la ejecución o revisión de un plan de mejora; no parten de un análisis objetivo de los antecedentes y magnitud del problema; y se ignora la variabilidad que tiene el proceso o sistema. Así, es natural que el grueso de las acciones que caracterizan el error tipo 1 sean reuniones o juntas de trabajo, llamadas de atención, regaños, carreras, llamadas por teléfono, memorándums, nuevas reglas o indicaciones, disculpas, ajustes a proceso, etc. Sin embargo, pareciera que estas acciones no tienen ningún efecto, ya que el inventario de problemas que se dan en la empresa aún es el mismo. En este contexto es natural preguntarse:

- ¿Qué efecto tiene lo que se hace?
- ¿Los cambios o problemas ante los que actuamos se deben a una situación especial (o causa particular) o se deben a una problemática general y común que prevalece en todo un sector de la empresa?

La respuesta a estas preguntas podrán aclarar el trabajo a futuro, ya que implicará dejar de hacer algunas cosas que se hacen ahora, modificar otras y desarrollar nuevas formas de actuar ante los problemas, sean estos cotidianos o excepcionales. El antídoto para el error 1 es fomentar el pensamiento estadístico y el enfoque a procesos; donde más que atender el resultado hay que atender y entender el proceso que los genera, ser más objetivos, ir al fondo, trabajar en modificar el sistema, atacar los problemas con proyectos de mejora y no con puntadas u

ocurrencias, ser metódicos, tomar en cuenta la variabilidad. En todo esto las herramientas estadísticas y en particular las cartas de control juegan un papel primordial.

2.2 CARTAS DE CONTROL

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

2.2.1 LÍMITES DE CONTROL

Lo primero que debe quedar claro respecto a los límites de una carta de control es que éstos no son las especificaciones, tolerancias o deseos para el proceso. Por el contrario, éstos se calculan a partir de la variación del estadístico (datos) que se representa en la carta. De esta forma, la clave está es establecer los límites para cubrir cierto porcentaje de la variación natural del proceso, pero se debe tener cuidado que tal porcentaje sea el adecuado, ya que si es demasiado alto (99.999999%) los límites serán muy amplios y será más difícil detectar los cambios en el proceso; mientras que si el porcentaje es pequeño, los límites serán demasiado estrechos, con lo que se incrementará el error tipo 1 (decir que hubo un cambio, cuando en realidad no lo hubo).

Para calcularlos límites de control se debe proceder de forma que, bajo condiciones de control estadístico, los datos que se grafican en la carta tengan alta probabilidad de caer dentro de tales límites. Por lo que una forma de proceder es encontrar la distribución de probabilidades de la variable, estimar sus parámetros y ubicar los

límites de forma que un alto porcentaje (99.73%) de la distribución esté dentro de ellos (Duncan, 1989). Esta forma de proceder se conoce como límites de probabilidad.

Una forma más sencilla y usual se obtiene a partir de la relación entre la media y desviación estándar de W , que para el caso W se distribuya normal con media μ_w y desviación estándar σ_w , y bajo condiciones de control estadístico, se tiene que entre $\mu_w - 3\sigma_w$ y $\mu_w + 3\sigma_w$ se encuentra 99.73% de los posible valores de W . En el caso de que no se tiene distribución normal, pero se tiene una distribución unimodal y con forma no muy distinta a la normal, entonces se aplica la regla empírica o la extensión del teorema de Chebyshev. Bajo condiciones un modelo general para una carta de control es el siguiente.

Sea W el estadístico que se va a graficar en la carta y supongamos que su media es μ_w y su desviación estándar σ_w , entonces el límite de control inferior (LCI), la línea central y el límite de control superior (LCS) están dados por

$$\text{LCI} = \mu_w - 3\sigma_w$$

$$\text{Línea central} = \mu_w$$

$$\text{LCS} = \mu_w + 3\sigma_w$$

Con estos límites y bajo condiciones de control estadístico se tendrá alta probabilidad de que los valores de W estén dentro de ellos. En particular, si W tiene distribución normal, tal probabilidad será de 0.9973, con lo que se espera que bajo condiciones de control sólo 27 puntos de 10 000 caigan fuera de los límites. Este tipo de cartas de control fueron originalmente propuestas por el doctor Walter A. Shewhart, por lo que se les conoce como cartas de control tipo Shewhart.

La forma de estimar la media y la desviación estándar de W a partir de las observaciones del proceso dependerá del tipo de estadístico que sea W , ya sea un promedio, un rango o un porcentaje.

2.2.2 TIPOS DE CARTAS DE CONTROL

Existen dos tipos generales de cartas de control: para variables y para atributos. Las cartas de control para variables se aplican a características de calidad de tipo continuo, que intuitivamente son aquellas que requieren un instrumento de medición (pesos, volúmenes, voltajes, longitudes, resistencias, temperaturas, humedad, etc). Las cartas para variables tipo Shewhart más usuales son:

- \bar{X} (de promedios)
- R (de rangos)
- S (de desviaciones estándar)
- X (de medidas individuales)

Estas formas distintas de llamarle a una carta de control se debe al tipo de estadísticas que se gráfica en la carta: un promedio, un rango, etc.; por medio de la cual se tratará de analizar una característica importante de un producto o un proceso.

Existen muchas características de calidad que no son medidas con un instrumento de medición en una escala continua o al menos en una escala numérica. En estos casos, el producto o proceso se juzga como conforme o no conforme, dependiendo de si posee ciertos atributos; o también al producto o proceso se le podrá contar el número de defectos o no conformidades que tiene. La variabilidad y tendencia central de este tipo de características de calidad de tipo discreto serán analizadas, a través de las cartas de control para atributos:

- p (proporción o fracción de artículos defectuosos)
- np (número de unidades defectuosas)
- c (número de defectos)
- u (número de defectos por unidad).

Además de las anteriores cartas de control, existen gran variedad que en general pretenden mejorar el desempeño de alguna de las cartas tradicionales. Mejorar su desempeño en el sentido de detectar más rápido un cambio en el proceso, reducir la frecuencia de falsas alarmas (cuando hay una señal de fuera de control, pero el

proceso está en control) y modelar mejor el comportamiento de los datos. Entre las cartas adicionales más conocidas se encuentran la EWMA y Cusum.

2.3 CARTAS DE CONTROL PARA VARIABLES

2.3.1 CARTA DE CONTROL $\bar{X} - R$

Existen muchos procesos industriales que pueden decirse que son de tipo “masivo”, en el sentido de que producen muchos artículos, partes o componentes durante un lapso de tiempo pequeño. Por ejemplo: líneas de ensamble, máquinas empacadoras, procesos de llenado, operaciones de soldadura en una línea de producción, moldeo de piezas de plástico, torneado de una pieza metálica, el corte de una tira en pedazos pequeños, etc. Algunos de estos procesos harán miles de operaciones por día, mientras que otros efectuarán varias decenas o centenas. En ambos casos estaremos ante un **proceso masivo**. Si además las variables de salida de estos procesos son de tipo **continuo**, entonces estamos ante el campo ideal de aplicación de las cartas de control $\bar{X} - R$.

La idea es la siguiente: imaginemos que a la salida del proceso fluyen (uno a uno o por lotes) las piezas resultantes del proceso; cada determinado tiempo o cantidad de piezas se toma un número pequeño de piezas (subgrupo) a las que se les medirá una o más características de calidad. Con las mediciones de cada subgrupo se calculará la media y el rango, de modo que cada periodo de tiempo (media hora por ejemplo) se tendrá una media y un rango que aportarán información sobre la tendencia central y la variabilidad del proceso, **respectivamente**. Con la carta \bar{X} se analiza la variación entre las medias de los **subgrupos** para así detectar cambios en la media del proceso. Mientras que con la carta R se analiza la variación entre los rangos de los subgrupos, lo que permite detectar cambios en la amplitud o magnitud de la variación del proceso.

2.3.1.1 Límites de control carta \bar{X}

Los límites de control de las cartas tipo Shewhart están determinadas por la media y desviación estándar del estadístico W que se grafica en la carta, mediante la expresión $\mu_w \pm 3\sigma_w$. En el caso de la carta X -barra el estadístico W que se grafica es la media de las muestras, \bar{X} , por lo que los límites están determinados por

$$\mu_{\bar{X}} \pm 3\sigma_{\bar{X}}$$

donde $\mu_{\bar{X}}$ significa la media de las medias, y $\sigma_{\bar{X}}$ la desviación estándar de las medias, que en un estudio inicial se estiman de la siguiente manera:

$$\mu_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} \text{ y } \sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

donde $\bar{\bar{X}}$ es la media de las medias de los subgrupos, σ la desviación estándar del proceso y es la que indica qué tan variables son las mediciones individuales, y n es el tamaño de subgrupo. Como por lo general en un estudio inicial no se conoce σ , ésta puede estimarse de varias maneras. Directamente a través de la desviación estándar. Sin embargo, hacerlo de esta forma incluiría la variabilidad entre muestras y dentro de muestras (σ de largo plazo), y para la carta \bar{X} es más apropiado sólo incluir la variabilidad dentro de muestras (σ de corto plazo). La alternativa que sólo incluye la variabilidad dentro de muestras y que se utiliza cuando el tamaño de subgrupo es menor que 10, consiste en estimar σ mediante la media de los rangos de los subgrupos \bar{R} , de la siguiente manera:

$$\sigma \approx \frac{\bar{R}}{d_2}$$

donde d_2 es una constante que depende del tamaño de subgrupo o muestra. En el apéndice se dan varios valores de d_2 para distintos valores de n . De esta manera,

$$3\sigma_{\bar{X}} = 3 \left(\frac{\bar{R}}{d_2 \sqrt{n}} \right) = \frac{3}{d_2 \sqrt{n}} \bar{R} = A_2 \bar{R}$$

es una estimación de 3 veces la desviación estándar de las medias, que se ha simplificado al sustituir $\frac{3}{d_2\sqrt{n}}$ por la constante A_2 , que está tabulada en el apéndice y que depende del tamaño de subgrupo n . Con base en lo anterior, los límites de control para una carta de control \bar{X} , en un estudio inicial, se obtienen de la siguiente manera

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

$$\text{Línea central} = \bar{\bar{X}}$$

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

Cuando por algún medio ya se conocen la media, μ , y la desviación estándar del proceso, σ , entonces los límites de control para la carta de medias están dados por:

$$LCS = \mu + 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Línea central} = \mu$$

$$LCI = \mu - 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

2.3.1.2 Interpretación de los límites de control de una carta \bar{X}

Estos límites reflejan la variación esperada para las medias muestrales de tamaño n , mientras el proceso no tenga cambios importantes. De esta manera, estos límites son utilizados para detectar cambios en la medida del proceso y para evaluar su estabilidad, de ninguna manera se deben utilizar para evaluar la capacidad, puesto que: estos límites de control no son los de especificaciones o tolerancias, ya que mientras que los primeros se han calculado a partir de la información del proceso, las especificaciones son fijadas desde el diseño del producto.

Los límites de control en una carta de medias tampoco son igual a los límites reales o naturales del proceso, estos están dados por:

$$\text{Límite real superior} = \mu + 3\sigma$$

$$\text{Límite real inferior} = \mu - 3\sigma$$

y reflejan la variación esperada las mediciones individuales. La interpretación correcta de los límites de controles de especial relevancia para una adecuada aplicación de la carta \bar{X} , ya que de lo contrario se caerá en el error de confundir los límites de control con las especificaciones o con los límites reales. Estos errores generalmente traen como consecuencia que se trate de utilizar la carta para evaluar capacidad, cuando se debe usar para analizar estabilidad y detectar cambios en la media del proceso de manera oportuna.

Por último, aunque los límites de control de una carta \bar{X} se deducen a partir del supuesto de normalidad, si la característica de calidad no sigue una distribución normal, la carta \bar{X} sigue teniendo un buen desempeño para detectar cambios significativos en la tendencia central del límite. Al respecto existen varios estudios que han concluido la robustez a la suposición de normalidad (Shilling y Nelson, 1976)

2.3.1.3 Límites de control carta R

Con esta carta se detectará cambios en la amplitud de la variación del proceso, y sus límites se determinan a partir de la media y la desviación estándar de los rangos de los subgrupos, ya que en este caso en el estadístico W que se grafica en la carta R. Por ello los límites se obtienen con la expresión:

$$\mu_R \pm 3\sigma_R$$

donde μ_R significa la media de los rangos, y σ_R la desviación estándar de los rangos, que en un estudio inicial se estiman de la siguiente manera:

$$\mu_R = \bar{R} \text{ y } \sigma_R = d_3\sigma \approx d_3\left(\frac{R}{d_2}\right)$$

donde \bar{R} es la media de los rangos de los subgrupos, σ la desviación estándar del proceso, d_3 es una constante que depende del tamaño de subgrupo, que está

tabulada en el apéndice. Como por lo general en un estudio inicial no se conoce σ , ésta puede estimarse a través de \bar{R}/d_2 como ya lo habíamos explicado antes. En forma explícita los límites de control para la carta R se calculan con:

$$LCI = \bar{R} - 3d_3 \left(\frac{\bar{R}}{d_2} \right) = \left[1 - 3 \left(\frac{d_3}{d_2} \right) \right] \bar{R} = D_3 \bar{R}$$

$$\text{Línea central} = \bar{R}$$

$$LCS = \bar{R} + 3d_3 \left(\frac{\bar{R}}{d_2} \right) = \left[1 + 3 \left(\frac{d_3}{d_2} \right) \right] \bar{R} = D_4 \bar{R}$$

Donde se han introducido las constantes D_3 y D_4 , para simplificar los cálculos y están tabuladas en el apéndice para diferentes tamaños de subgrupos, n .

2.3.1.3.1 Interpretación de los límites de control en una carta R.

Estos límites reflejan la variación esperada para los rangos muestrales de tamaño n , mientras el proceso no tenga un cambio significativo. Estos límites son utilizados para detectar cambios en la amplitud o magnitud de la variación del proceso y para ver qué tan estable permanece a lo largo del tiempo, de ninguna manera se deben utilizar para evaluar la capacidad.

2.3.1.3.2 Estado del proceso en cuanto a capacidad y estabilidad

Cuando tenemos un proceso estable (o que está en control estadístico), pero además el proceso es incapaz. Por tanto, el proceso correspondiente es establemente incapaz (establemente malo), por lo que se deben hacer análisis en busca de detectar fuentes de variación que permanentemente están en el proceso, como exceso de variación en materiales, en gente o en alguna de la 6M's. Para encontrar esas fuentes de variación se puede recurrir a hacer análisis estratificados o al diseño de experimentos.

2.3.2 INTERPRETACIÓN DE LAS CARTAS DE CONTROL Y CAUSAS DE INESTABILIDAD

Una señal de que se ha detectado una causa especial de variación (o señal de que ha habido un cambio especial en el proceso) se manifiesta cuando un punto cae fuera de los límites de control o cuando los puntos graficados en la carta siguen un comportamiento no aleatorio (por ejemplo, una tendencia a aumentar, un movimiento cíclico, etc.). En otras palabras, la carta indica que es un proceso estable (bajo control estadístico) cuando sus puntos caen dentro de los límites de control y fluctúan o varían aleatoriamente (con una apariencia errática, sin un orden) a lo ancho de la carta, con mayor frecuencia caen cerca de la línea central. Para facilitar la identificación de patrones no aleatorios lo primero que se hace es dividir la carta de control en seis zonas o bandas iguales, cada una con amplitud similar a la desviación estándar del estadístico \bar{W} que se grafica.

A continuación se presenta cinco patrones para el comportamiento de los puntos en una carta, los cuales indicarán que el proceso está funcionando con causas especiales de variación. Esto ayudará a identificar cuándo un proceso es inestable y el tipo de causas que ocasionan la correspondiente inestabilidad. De entrada podemos decir que un proceso muy inestable es sinónimo de un proceso con pobre estandarización, donde probablemente haya cambios continuos o mucha variación atribuible a materiales, mediciones, diferencias en las condiciones de operación de la maquinaria y desajustes, distintos criterios y capacitación de operarios, etc.

Cuando presentemos cada uno de los patrones que hacen que un proceso esté operando con causas especiales de variación, se especificarán las razones comunes por las cuales pueden ocurrir dichos comportamientos. Además se dan algunas pruebas estadísticas para confirmar la existencia del patrón bajo discusión. Estas pruebas se han derivado bajo el supuesto de normalidad e independencia entre y dentro de subgrupos, por lo que de cumplirse, las pruebas deben verse con reservas. Si dos muestras consecutivas de una carta no son independientes, entonces una

alternativa para lograr la independencia es ampliar la frecuencia de muestreo, por ejemplo si se hace cada 20 min, ampliarlo a cada 40 o más minutos, otra alternativa es utilizar una carta de control para datos autocorrelacionados. (Montgomery, 1991)

- **Patrón 1. Desplazamientos o cambios en el nivel del proceso.** Este patrón ocurre cuando uno o más puntos se salen de los límites de control o cuando hay una tendencia larga y clara a que los puntos consecutivos caigan de un solo lado de la línea central. Estos cambios especiales pueden ser por:
 - ✓ La introducción de nuevos trabajadores, máquinas, materiales o métodos.
 - ✓ Cambios en los métodos de inspección.
 - ✓ Una mayor o menor atención de los trabajadores.
 - ✓ Que el proceso ha mejorado (o empeorado).

Cuando este patrón ocurre en las cartas \bar{X} , p , np , u o c , se dice que hubo un cambio en el nivel promedio del proceso; por ejemplo en las cartas de atributos eso significa que el nivel promedio de disconformidades se incrementó o disminuyó; mientras que en la carta \bar{X} un cambio de nivel significa que el centrado del proceso tuvo cambios. En la carta R y S un cambio de nivel significa que la variabilidad aumentó o disminuyó, aunque por la falta de simetría de la distribución de R y S , este patrón del lado inferior de estas cartas se debe ver con más reservas y esperar a acumular más puntos por debajo de la línea central para declarar que hay un cambio significativo (disminución de la variabilidad).

Los criterios usuales para ver si este patrón se ha presentado son:

- ✓ Un punto fuera de los límites de control.
- ✓ Hay una tendencia clara y larga a que los puntos consecutivos caigan de un solo lado de la línea central. Algunas pruebas concretas para este patrón, son:

- a) Ocho o más puntos consecutivos de un solo lado de la línea central;
- b) Al menos 10 de 11 puntos consecutivos caen de un mismo lado de la línea central, y
- c) Por lo menos 12 de 14 puntos consecutivos ocurren por un mismo lado de la línea central.

- **Patrón 2. Tendencias en el nivel del proceso.** Este patrón consiste en una tendencia a incrementarse (o disminuirse) los valores de los puntos en la carta. Una tendencia ascendente o descendente bien definida y larga se puede deber a algunas de las siguientes causas especiales:

- ✓ El deterioro o desajuste gradual del equipo de producción.
- ✓ Desgaste de las herramientas de corte.
- ✓ Acumulación de productos de desperdicios en las tuberías.
- ✓ Calentamiento de máquinas.
- ✓ Cambios graduales en las condiciones del medio ambiente.

Estas causas se reflejan prácticamente en todas las cartas excepto en la R y S. las tendencias en estas cartas son raras, pero cuando se dan, puede deberse a la mejora o decrecimiento de la habilidad de un operario; fatiga del operario (la tendencia se repetirá en cada turno), y al cambio gradual en la homogeneidad de la materia prima. Para determinar si se hay una tendencia en el proceso se tienen los siguientes criterios:

- ✓ Seis o más puntos consecutivos ascendentes (o descendentes).
- ✓ Un movimiento demasiado largo de puntos hacia arriba (o abajo) de la carta de control, aunque no todos los puntos en ascendente (o descenso).

- **Patrón 3. Ciclos recurrentes (periodicidad).** Otro movimiento no aleatorio que pueden presentar los puntos en las cartas es un

comportamiento cíclico de los puntos. Por ejemplo, se da un flujo de puntos consecutivos que tienden a crecer y luego se presenta un flujo similar pero de manera descendente y esto se repite en ciclos.

Cuando un comportamiento cíclico se presenta en la carta \bar{X} , entonces las posibles causas son:

- ✓ Cambios periódicos en el ambiente.
- ✓ Diferencias en los dispositivos de medición o de prueba que se utilizan en cierto orden.
- ✓ Rotación regular de máquinas u operarios.
- ✓ Efecto sistemático producido por dos máquinas, operarios o materiales que se usan alternadamente.

Si el comportamiento cíclico se presenta en la carta R o S, entonces algunas de las posibles causas son mantenimiento preventivo programado o fatiga de trabajadores o secretarías. Las cartas p, np, c y u se ven afectadas por las mismas causas que las cartas de medias y rangos.

- **Patrón 4. Mucha variabilidad.** Una señal de que el proceso hay una causa especial de mucha variación, se manifiesta mediante la alta proporción de puntos cerca de los límites de control, a ambos lados de la línea central, y pocos o ningún punto en la parte central de la carta. En estos casos se dice que hay mucha variabilidad. Algunas causas que pueden afectar a la carta de esta manera son:

- ✓ Sobre control o ajustes innecesarios en el proceso.
- ✓ Diferencias sistemáticas en la calidad del material o en los métodos de prueba.
- ✓ Control de dos o más procesos en la misma carta con diferentes promedios.

Mientras que las cartas R y S se pueden ver afectadas por la mezcla de materiales de calidad bastante diferentes, diversos trabajadores utilizando la misma carta R

(uno más hábil que otro), y datos de procesos operando bajo distintas condiciones graficados en la misma carta o fuera de los límites son las siguientes.

- ✓ Ocho puntos consecutivos a ambos lados de la línea central con ninguno en la zona C.

- **Patrón 5. Falta de variabilidad (estatificación).** Una señal de que hay algo especial en el proceso es que prácticamente todos los puntos se concentran en la parte central de la carta, es decir, que los puntos reflejen poca variabilidad o estatificación. Algunas de las causas que pueden afectar a todas las cartas de control de esta manera son:
 - ✓ Equivocación en el cálculo de los límites de control.
 - ✓ Agrupamiento en una misma muestra a datos provenientes de universos con medias bastante diferentes, que al combinarse se compensan unos con otros.
 - ✓ “Cuchareo” de los resultados.
 - ✓ Carta de control inapropiada para el estadístico graficado.

Para detectar falta de variabilidad se tienen los siguientes criterios:

- ✓ Quince puntos consecutivos en la zona C, arriba o debajo de la línea central.

Cuando algunos de los patrones anteriores se presentan en una carta, es señal de que en el proceso hay una situación especial (proceso inestable o fuera del control estadístico), que causa que los puntos no estén variando aleatoriamente dentro de la carta. Lo que significa que no se pueda seguir produciendo con él, sino que el proceso trabaja con variaciones debidas a alguna causa específica (material heterogéneo, cambios de operadores, diferencias significativas entre máquinas, desgaste o calentamiento de equipo, etc.). Por tanto, en caso de presentarse alguno de los patrones anteriores es necesario tener como práctica buscar de inmediato las causas para conocer mejor el proceso (saber qué lo afecta) y tomar las medidas correctivas y preventivas apropiadas.

Es frecuente encontrar empresas en las que la aplicación e interpretación de las cartas de control es muy deficiente y cuando en la carta se presenta uno de los patrones anteriores, no se hace nada, en cuyo caso las cartas pierden mucho de su potencial. Frases como las siguientes: “el proceso dio un brinco tal día, pero ya regresó a su nivel normal”, “de tal a tal día hubo una tendencia, pero las cosas regresaron a la normalidad”, “el proceso tiene un comportamiento cíclico, pero se está cumpliendo con especificaciones”; implican que las cartas de control se usan como bitácora. Pero una carta de control “no es una bitácora e proceso”. En todos los casos anteriores se desperdició una oportunidad (una señal estadística) para conocer y mejorar la estandarización del proceso.

Que el proceso sea inestable es señal de que un factor específico de variación está presente y se debe investigar cuál es para prevenir su ocurrencia. El uso e interpretación adecuada de las cartas de control las convierten en una herramienta poderosa para entender y mejorar los procesos.

2.3.2.1 Índice de Inestabilidad, S_t

Si en una carta de control se observa un punto fuera de sus límites o si los puntos en la carta siguen un patrón no aleatorio, entonces el proceso será inestable (fuera del control estadístico). El índice de inestabilidad proporcionará una medición de qué tan inestable es un proceso, con lo que se podrán diferenciar los procesos que esporádicamente tengan puntos o señales especiales de variación, de los que con mucha frecuencia funcionan en presencia de causas especiales de variación.

El índice de inestabilidad, S_t , se define como:

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

donde por el número total de puntos se entiende la cantidad de puntos que han sido graficados en una carta de control en cierto periodo de tiempo, y por número de puntos especiales, se designará a la cantidad de puntos que indicaron, en ese mismo

periodo, una señal de que una causa especial ocurrió en el proceso. Por tanto, los puntos especiales serán los puntos fuera de los límites más los que indicaron patrones especiales no aleatorios, de acuerdo con los criterios de interpretación de la carta. Por ejemplo, en el caso del patrón de tendencias que requiere de 6 puntos consecutivos de manera ascendente (o descendente), si se detecta una tendencia de 8 puntos de manera ascendente, entonces se contabilizará sólo 3 puntos especiales, ya que durante los primeros 5 aún no se declaraba o detectaba la tendencia. En el caso de rachas de un solo lado de la línea central, se si observan 11 puntos consecutivos por debajo de la línea central, entonces como se requieren 8 para declarar el patrón, sólo se contabilizarán 4 puntos especiales (el 8, 9, 10 y 11).

Respecto al periodo en el que se contabilizaran los puntos para calcular el índice S_t , éste dependerá de la frecuencia con la que se grafican puntos, pero debe ser amplio, de forma que en la carta se hayan graficado varios cientos de puntos (por lo menos 150 a 200 puntos).

Para interpretar en índice de inestabilidad S_t , se parte de que su valor ideal es cero, que ocurre cuando no hubo puntos especiales. Si todos los puntos graficados fueran especiales, entonces el valor del índice S_t sería 100. En general valores de pocas unidades porcentuales del índice S_t , indicarán un proceso con poca inestabilidad, que para propósitos prácticos se puede tomar como si tal proceso fuera completamente estable. Aunque no hay acuerdos de qué tan pequeño tienen que ser el índice S_t para considerar que un proceso tiene una buena estabilidad, nosotros creemos que un valor entre 0 y 2% se puede decir que es un proceso con una estabilidad relativamente buena, de 2 a 5%, regular; y en la media que el S_t supere estos porcentajes se considerará qué tan mala es su estabilidad. Por ejemplo un $S_t = 15\%$ indica un proceso muy inestable. De hecho, cuando el índice S_t es grande, la correspondiente carta se vuelve poco práctica, ya que se hace imposible atender todas las señales especiales; en estos casos será mejor analizar los principales patrones en la carta, generar conjeturas sobre sus causas y proceder a corroborar las conjeturas.

2.3.3 IMPLANTACIÓN Y OPERACIÓN DE UNA CARTA DE CONTROL

Una carta de control es útil en la medida que atienda una necesidad percibida por los responsables del proceso y, desde luego, dependerá de qué tan bien se implemente y se utilice. Por ello, veremos algunas actividades a desarrollar para una mejor implantación y operación de cualquiera de las cartas que hemos visto.

1. Describir la problemática o situación que se percibe en el área donde se tiene la idea de implantar una carta de control.
2. Explicar con detalle por qué cree que la carta de control sería de alguna utilidad para evaluar, entender y mejorar la situación de interés.
3. Definir en forma concreta y preliminar el o los objetivos de la carta de control.
4. Hacer una lista exhaustiva de las diferentes variables que pueden aportar información sobre los distintos aspectos de la situación de interés, y que se podrían analizar mediante una carta de control.
5. De la lista anterior, hacer una preselección de las variables que se crea que mejor ayuden a cumplir con el objetivo descrito antes. En esta preselección dar prioridad a las variables que mejor reflejen la magnitud del problema, en términos de calidad, costos, productividad o tiempo de ciclo. Además, considerar la dificultad humana, en equipos y en costo de medir con calidad y oportunidad las variables candidatas.
6. De la preselección del inciso previo, elegir una primer variable a analizar mediante una carta de control, y para esa variable desarrollar las siguientes actividades, las cuales habría de repetir para cada una de las variables que finalmente se decida estudiar con una carta de control.

7. Escoger la carta apropiada para la variable seleccionada. Para tomar esta decisión, apoyarse en lo hecho antes, y en las siguientes situaciones típicas en las que se aplica cada una de las cartas y en las secciones previas vistas antes.

Cartas $\bar{X} - R$ y $\bar{X} - S$. Considerar como buena alternativa a estas cartas en algunas de las siguientes situaciones:

- Se inicia un nuevo proceso; o se va a desarrollar un nuevo producto con un proceso ya existente.
- En procesos con mal desempeño respecto a especificaciones.
- Actualmente se mide la variable, pero se conoce poco de la misma.
- Se requiere definir o redefinir especificaciones para una característica de calidad.
- Ya se han usado cartas de atributos, pero el proceso es muy inestable y/o su capacidad sigue siendo mala. En este caso es mejor una carta para variables continuas ya que éstas aportan más información sobre el desempeño del proceso.
- Se pretende reducir la cantidad de inspección.
- Procesos en los que hay desgastes o desajustes naturales, y que es necesario compensarlos de alguna manera apropiada.
- Tiene que demostrarse continuamente (a clientes o la gerencia) que el proceso es estable y capaz.

Cartas p , np , c o u . Considerar como alternativa a estas cartas, en algunas de las siguientes situaciones:

- La variable candidata es de atributos y no se tiene información sobre su estabilidad y su capacidad.
- El proceso consiste en operaciones complejas de ensamble y la calidad del producto se mide en términos de la ocurrencia de defectos, o con criterios del tipo pasa o no pasa.
- Es necesario que el proceso sea estable y capaz pero no se pueden obtener mediciones de tipo continuo.
- Se requiere tener información sobre la evolución del desempeño global del proceso.

Carta de individuales. Las situaciones en las que es adecuado optar por esta carta son las mismas que las cartas $\bar{X} - R$ y $\bar{X} - S$, pero el proceso es lento y tiene las características que señalan las respectivas cartas.

8. Pensar el subagrupamiento. Cada punto en una carta representa a un subgrupo o muestra de artículos. La selección de los elementos que constituirán cada subgrupo debe ser de manera que si están presentes causas especiales, éstas aparezcan como diferencias entre subgrupos, y no por diferencias entre los elementos que forman el subgrupo. En otras palabras, se debe buscar que el subgrupo sea tan homogéneo como sea posible. Por ejemplo, si un proceso utiliza varias máquinas, sería mejor tomar un subgrupo de cada máquina en lugar de que los elementos de un subgrupo lo formen artículos de varias de ellas; porque las diferencias entre máquinas podría ser una causa especial de variación. De esta manera, para obtener las cartas de control, el muestreo aleatorio no es necesariamente el procedimiento de muestreo apropiado. La esencia de subagrupamiento está opuesta a la aleatorización.

Así, el subgrupo o muestra debe formarse procurando cierta homogeneidad. Entendido esto bajo circunstancias específicas, como que un subgrupo representa a la misma línea, área, oficina, máquina, operador o material. Bajo situaciones

particulares, algunas posibles fuentes de variabilidad podrán incluirse en el mismo subgrupo y otras fuentes en uno distinto. Por ello, antes de todo hay que razonar el subagrupamiento.

9. Decidir la forma de selección de los elementos del subgrupo. Para especificar la forma operativa en que se elegirán los elementos del subgrupo cuando éste lo constituyen más de un artículo, tomar en cuenta la forma como se decidió integrar cada subgrupo y optar por uno de los siguientes procedimientos:

- **Método del instante.** Consiste en conformar el subgrupo con productos hechos en un instante de tiempo, tan pequeño como sea posible. Por ejemplo, un subgrupo lo constituye cierta cantidad de piezas producidas de manera consecutiva o seleccionadas de entre una tanda (horneada, tiro de moldeo) de artículos producidos en tiempos recientes; después de que pase cierto tiempo (media hora, una hora o más; dependiendo de la frecuencia que se crea conveniente).
- **Método del periodo.** Este procedimiento consiste en seleccionar los artículos del subgrupo de entre las partes producidas en un periodo de tiempo o producción (turno, lote), de esta manera el subgrupo es representativo de toda la producción de dicho periodo. Por ejemplo, un inspector asiste cada dos horas a cierta zona del proceso y elige aleatoriamente determinada cantidad de piezas de entre las que se produjeron desde la última vez que fue.

El método del instante es el que se usa más, debido a que con él se logran subgrupos más homogéneos y porque proporcionan una referencia más específica del tiempo en que se produjeron las piezas, lo que es útil para localizar las causas especiales de variación. Además permite reaccionar con mayor oportunidad y exactitud. La ventaja del método del periodo es que proporciona mejor información

sobre la calidad, no así sobre la variabilidad. En general, el método del periodo se usa cuando debido a las circunstancias particulares del proceso no se puede utilizar el otro método.

10. Elegir tamaño y frecuencia de muestreo. Para el tamaño de subgrupo recurrir a las recomendaciones que se han dado, y consultar las observaciones que se han hecho sobre la sensibilidad o potencia de la carta para detectar cambios. En cuanto a la frecuencia del muestreo hay pocos criterios que lo rijan, pero debe ser suficiente para detectar el tipo de cambios que se desea identificar. Ya que si el subgrupo se toma demasiado espaciado, entre el tiempo transcurrido entre cada subgrupo pueden ocurrir cambios importantes que la carta no registrará. Pero si es demasiado frecuente, entonces además de más esfuerzo y mayores costos de medición, tal vez no se puedan atender adecuadamente todas las señales de la carta de control. Por ejemplo, es muy raro que un subgrupo se tome cada 5 minutos, más bien se suele espaciar cada media hora o más. De hecho en algunos casos, una vez que se ha elegido el subgrupo automáticamente se ha determinado la frecuencia. En general, se prefieren muestras pequeñas con más frecuencia, que muestras grandes con poca frecuencia. Por ejemplo, entre cinco piezas cada media hora y 20 piezas cada 2h, en la práctica se prefiere lo primero.

Como comentario final de este punto diremos que aunque es importante el tamaño y frecuencia de muestreo, es más importante que la carta se utilice de forma sistemática para detectar cambios de manera en el proceso y que además se interprete de manera correcta.

11. Estandarizar la toma de datos. Definir con precisión y claridad de manera en que se van a tomar los datos y asegurarse de que los instrumentos de medición y prueba sean adecuados, los criterios para los inspectores estén bien definidos, los formatos de recolección de datos sean sencillos y entendibles, y asegurarse de que el lugar donde se tomarán los datos es el mejor. Esto es de primera importancia, ya

que en ocasiones las señales de fuera de control se pueden deber a variaciones en los criterios de inspección o a problemas con los instrumentos de medición y prueba.

12. Determinar límites de control y su revisión futura. Colectar la información correspondiente a por lo menos 20 a 30 subgrupos y calcular los límites preliminares de la carta correspondiente. Si los datos reflejan que el proceso es estable (en control estadístico), entonces estos límites se seguirán usando para analizar el proceso en el presente y en el futuro. Una vez establecidos los límites de control, para analizar si el proceso opera de manera estable ya no será necesario esperarse a tener por lo menos 20 puntos en la carta, sino que en el momento de obtener el subgrupo se podrá saber si el punto cae fuera de los límites de control o si se ha dado algún otro patrón no aleatorio.

En caso de que en el estudio inicial aparezcan pocos puntos fuera de los límites de control, es usual investigar la situación especial que acusó que los puntos estén fuera de los límites. Una vez que se ha identificado la causa, entonces dado que estos puntos influyen en los límites calculados, excluir los datos que representan los puntos fuera y recalculan los límites de control sin la influencia de estas situaciones especiales.

En caso que no se encuentre la causa que provocó que los puntos estén fuera de los límites, lo que es probable es un estudio inicial, ya que está analizando un hecho pasado, entonces es preferible retener los puntos y trabajar a futuro con los límites calculados desde el inicio, aunque se podría optar por eliminar los puntos y recalculan los límites.

Por otra parte, se en el estudio inicial muchos puntos se salen de los límites de control, excluirlos no es apropiado e investigar las causas en cada uno de ellos también resultará impráctico y será un trabajo poco productivo. En estos casos se debe revisar si la forma en que se calcularon los límites es la correcta y en general se debe seguir la estrategia de mejora sugerida para procesos inestables, donde lo que se recomienda es analizar el tipo de inestabilidad que se presenta en el proceso,

y a partir de esto y de observar el proceso, generar y comprobar conjeturas sobre las causas de la inestabilidad.

En cualquiera de los casos anteriores, una vez que se tienen límites de control definitivos para usarse en el futuro, éstos no se cambiarán hasta que la realidad del proceso sea otra, por ejemplo, que haya reducido su variabilidad significativamente o mejorado el centrado del proceso. En ocasiones, en algunas empresas se acostumbra revisar o recalculer en forma periódica los límites, pero se debe ser cuidadoso de imitar esta práctica, ya que si el periodo es muy corto puede ocurrir que no se detecten ciertos cambios o tendencias que estén registrando en las cartas. Por ejemplo, una semana es un periodo muy corto para recalculer los límites de control. En algunos procesos se justifica recalculer los límites cuando se da cierto tipo de mantenimiento mayor, cuando se le hacen cambios al proceso, etc.; en todo caso se debe tener muy claro la razón de por qué después de estos cambios se espera que el proceso opere en forma diferente respecto a la variable que se analiza con la carta de control.

La práctica en algunas empresas de sustituir los límites de control por especificaciones o metas de calidad, se debe evitar a toda costa. También en ocasiones la línea central de una carta de medias se sustituye por un valor objetivo o deseado, también esto se debe evitar, porque aunque en algunas ocasiones puede justificarse, en general cuando se hace esto, la carta de control pierde su propósito y potencial.

13. Asegurarse de la cooperación. Es necesario que se involucre a quienes están relacionados con la problemática que pretende atender la carta de control, es indispensable explicar los objetivos de la carta y la situación que prevalece actualmente (etapas 1 y 2); además es muy importante capacitar sobre lo que va a detectar la carta, y cómo va ayudar a realizar mejor el trabajo. En otras palabras, el desarrollo de esta fase es una buena oportunidad para practicar el trabajo en equipo, y para fortalecer la corresponsabilidad por la calidad y la empresa.

14. Entrenar a usuarios. Con base en las etapas 6, 7 y 8, entrenar a quienes van a usar la carta de control: cada cuándo y cómo van a tomar los datos, en el registro de puntos en la carta de control, en la documentación de las cartas y en todos aquellos pasos que se seguirán en la operación de la carta.

15. Analizar los resultados. Asegurarse de que la carta se interprete correctamente, que se utiliza para detectar causas especiales de variación, que ayuda a fundamentar acciones de mejora, etc. Es importante definir quién va interpretar la carta y los pasos a seguir cuando se detecte una causa especial de variación, sea un cambio de nivel, una tendencia, etc.

16. Asegurarse de su efectividad. Se debe tener cuidado que el llenado de los puntos en la carta de control no se haga una rutina más, en la que no se toma ningún tipo de acción. Es indispensable revisar periódicamente si la carta cumple con el propósito para el que se implementó, si se usa e interpreta en forma correcta, y si la problemática se ha reducido.

17. Mantener el interés y modificar la carta. Tomar acciones para que la carta no se use mecánicamente, sino que sea un instrumento vivo, útil y que recibe atención. Para ello se puede involucrar cada vez más a los usuarios de las cartas en la corresponsabilidad de la calidad, asignar responsabilidades, modificar la carta: su lugar, la frecuencia y tamaño de muestreo. Se puede cambiar su naturaleza de acuerdo a los resultados obtenidos, por ejemplo, si ya se logró que el proceso sea estable y capaz, entonces ahora el propósito de la carta debe ser preventivo para que las mejoras logradas sean irreversibles.

18. Eliminar la carta. Cuando una carta ha cumplido su propósito, por ejemplo el problema se eliminó o en general cuando ya no tiene razón de ser, entonces es el momento de pensar en eliminarla y sustituirla por una alternativa acorde con las nuevas circunstancias. Por ejemplo, si dio resultado, entonces se puede pensar en medidas de aseguramiento, como muestreo periódico, inspección o una carta que resulte más económica y adecuada a las nuevas circunstancias.

Una carta de control es útil en la medida que atienda una necesidad percibida por los responsables del proceso y, desde luego, dependerá de qué tan bien se implemente y se utilice. Por ello, veremos algunas actividades a desarrollar para una mejor implantación y operación de cualquiera de las cartas que hemos visto.

1. Describir la problemática o situación que se percibe en el área donde se tiene la idea de implantar una carta de control.
2. Explicar con detalle por qué cree que la carta de control sería de alguna utilidad para evaluar, entender y mejorar la situación de interés.
3. Definir en forma concreta y preliminar el o los objetivos de la carta de control.
4. Hacer una lista exhaustiva de las diferentes variables que pueden aportar información sobre los distintos aspectos de la situación de interés, y que se podrían analizar mediante una carta de control.
5. De la lista anterior, hacer una preselección de las variables que se crea que mejor ayuden a cumplir con el objetivo descrito antes. En esta preselección dar prioridad a las variables que mejor reflejen la magnitud del problema, en términos de calidad, costos, productividad o tiempo de ciclo. Además, considerar la dificultad humana, en equipos y en costo de medir con calidad y oportunidad las variables candidatas.

6. De la preselección del inciso previo, elegir una primer variable a analizar mediante una carta de control, y para esa variable desarrollar las siguientes actividades, las cuales habría de repetir para cada una de las variables que finalmente se decida estudiar con una carta de control.

7. Escoger la carta apropiada para la variable seleccionada. Para tomar esta decisión, apoyarse en lo hecho antes, y en las siguientes situaciones típicas en las que se aplica cada una de las cartas y en las secciones previas vistas antes.

Cartas $\bar{X} - R$ y $\bar{X} - S$. Considerar como buena alternativa a estas cartas en algunas de las siguientes situaciones:

- Se inicia un nuevo proceso; o se va a desarrollar un nuevo producto con un proceso ya existente.
- En procesos con mal desempeño respecto a especificaciones.
- Actualmente se mide la variable, pero se conoce poco de la misma.
- Se requiere definir o redefinir especificaciones para una característica de calidad.
- Ya se han usado cartas de atributos, pero el proceso es muy inestable y/o su capacidad sigue siendo mala. En este caso es mejor una carta para variables continuas ya que éstas aportan más información sobre el desempeño del proceso.
- Se pretende reducir la cantidad de inspección.
- Procesos en los que hay desgastes o desajustes naturales, y que es necesario compensarlos de alguna manera apropiada.
- Tiene que demostrarse continuamente (a clientes o la gerencia) que el proceso es estable y capaz.

Cartas p , np , c o u . Considerar como alternativa a estas cartas, en algunas de las siguientes situaciones:

- La variable candidata es de atributos y no se tiene información sobre su estabilidad y su capacidad.
- El proceso consiste en operaciones complejas de ensamble y la calidad del producto se mide en términos de la ocurrencia de defectos, o con criterios del tipo pasa o no pasa.
- Es necesario que el proceso sea estable y capaz pero no se pueden obtener mediciones de tipo continuo.
- Se requiere tener información sobre la evolución del desempeño global del proceso.

Carta de individuales. Las situaciones en las que es adecuado optar por esta carta son las mismas que las cartas $\bar{X} - R$ y $\bar{X} - S$, pero el proceso es lento y tiene las características que señalan las respectivas cartas.

8. Pensar el subagrupamiento. Cada punto en una carta representa a un subgrupo o muestra de artículos. La selección de los elementos que constituirán cada subgrupo debe ser de manera que si están presentes causas especiales, éstas aparezcan como diferencias entre subgrupos, y no por diferencias entre los elementos que forman el subgrupo. En otras palabras, se debe buscar que el subgrupo sea tan homogéneo como sea posible. Por ejemplo, si un proceso utiliza varias máquinas, sería mejor tomar un subgrupo de cada máquina en lugar de que los elementos de un subgrupo lo formen artículos de varias de ellas; porque las diferencias entre máquinas podría ser una causa especial de variación. De esta manera, para obtener las cartas de control, el muestreo aleatorio no es

necesariamente el procedimiento de muestreo apropiado. La esencia de subagrupamiento está opuesta a la aleatorización.

Así, el subgrupo o muestra debe formarse procurando cierta homogeneidad. Entendido esto bajo circunstancias específicas, como que un subgrupo representa a la misma línea, área, oficina, máquina, operador o material. Bajo situaciones particulares, algunas posibles fuentes de variabilidad podrán incluirse en el mismo subgrupo y otras fuentes en uno distinto. Por ello, antes de todo hay que razonar el subagrupamiento.

9. Decidir la forma de selección de los elementos del subgrupo. Para especificar la forma operativa en que se elegirán los elementos del subgrupo cuando éste lo constituyen más de un artículo, tomar en cuenta la forma como se decidió integrar cada subgrupo y optar por uno de los siguientes procedimientos:

- **Método del instante.** Consiste en conformar el subgrupo con productos hechos en un instante de tiempo, tan pequeño como sea posible. Por ejemplo, un subgrupo lo constituye cierta cantidad de piezas producidas de manera consecutiva o seleccionadas de entre una tanda (horneada, tiro de moldeo) de artículos producidos en tiempos recientes; después de que pase cierto tiempo (media hora, una hora o más; dependiendo de la frecuencia que se crea conveniente).
- **Método del periodo.** Este procedimiento consiste en seleccionar los artículos del subgrupo de entre las partes producidas en un periodo de tiempo o producción (turno, lote), de esta manera el subgrupo es representativo de toda la producción de dicho periodo. Por ejemplo, un inspector asiste cada dos horas a cierta zona del proceso y elige aleatoriamente determinada cantidad de piezas de entre las que se produjeron desde la última vez que fue.

El método del instante es el que se usa más, debido a que con él se logran subgrupos más homogéneos y porque proporcionan una referencia más específica del tiempo en que se produjeron las piezas, lo que es útil para localizar las causas especiales de variación. Además permite reaccionar con mayor oportunidad y exactitud. La ventaja del método del periodo es que proporciona mejor información sobre la calidad, no así sobre la variabilidad. En general, el método del periodo se usa cuando debido a las circunstancias particulares del proceso no se puede utilizar el otro método.

10. Elegir tamaño y frecuencia de muestreo. Para el tamaño de subgrupo recurrir a las recomendaciones que se han dado, y consultar las observaciones que se han hecho sobre la sensibilidad o potencia de la carta para detectar cambios. En cuanto a la frecuencia del muestreo hay pocos criterios que lo rijan, pero debe ser suficiente para detectar el tipo de cambios que se desea identificar. Ya que si el subgrupo se toma demasiado espaciado, entre el tiempo transcurrido entre cada subgrupo pueden ocurrir cambios importantes que la carta no registrará. Pero si es demasiado frecuente, entonces además de más esfuerzo y mayores costos de medición, tal vez no se puedan atender adecuadamente todas las señales de la carta de control. Por ejemplo, es muy raro que un subgrupo se tome cada 5 minutos, más bien se suele espaciar cada media hora o más. De hecho en algunos casos, una vez que se ha elegido el subgrupo automáticamente se ha determinado la frecuencia. En general, se prefieren muestras pequeñas con más frecuencia, que muestras grandes con poca frecuencia. Por ejemplo, entre cinco piezas cada media hora y 20 piezas cada 2h, en la práctica se prefiere lo primero.

Como comentario final de este punto diremos que aunque es importante el tamaño y frecuencia de muestreo, es más importante que la carta se utilice de forma sistemática para detectar cambios de manera en el proceso y que además se interprete de manera correcta.

11. Estandarizar la toma de datos. Definir con precisión y claridad de manera en que se van a tomar los datos y asegurarse de que los instrumentos de medición y prueba sean adecuados, los criterios para los inspectores estén bien definidos, los formatos de recolección de datos sean sencillos y entendibles, y asegurarse de que el lugar donde se tomarán los datos es el mejor. Esto es de primera importancia, ya que en ocasiones las señales de fuera de control se pueden deber a variaciones en los criterios de inspección o a problemas con los instrumentos de medición y prueba.

12. Determinar límites de control y su revisión futura. Colectar la información correspondiente a por lo menos 20 a 30 subgrupos y calcular los límites preliminares de la carta correspondiente. Si los datos reflejan que el proceso es estable (en control estadístico), entonces estos límites se seguirán usando para analizar el proceso en el presente y en el futuro. Una vez establecidos los límites de control, para analizar si el proceso opera de manera estable ya no será necesario esperarse a tener por lo menos 20 puntos en la carta, sino que en el momento de obtener el subgrupo se podrá saber si el punto cae fuera de los límites de control o si se ha dado algún otro patrón no aleatorio.

En caso de que en el estudio inicial aparezcan pocos puntos fuera de los límites de control, es usual investigar la situación especial que acusó que los puntos estén fuera de los límites. Una vez que se ha identificado la causa, entonces dado que estos puntos influyen en los límites calculados, excluir los datos que representan los puntos fuera y recalculan los límites de control sin la influencia de estas situaciones especiales.

En caso que no se encuentre la causa que provocó que los puntos estén fuera de los límites, lo que es probable es un estudio inicial, ya que está analizando un hecho pasado, entonces es preferible retener los puntos y trabajar a futuro con los límites calculados desde el inicio, aunque se podría optar por eliminar los puntos y recalculan los límites.

Por otra parte, se en el estudio inicial muchos puntos se salen de los límites de control, excluirlos no es apropiado e investigar las causas en cada uno de ellos también resultará impráctico y será un trabajo poco productivo. En estos casos se debe revisar si la forma en que se calcularon los límites es la correcta y en general se debe seguir la estrategia de mejora sugerida para procesos inestables, donde lo que se recomienda es analizar el tipo de inestabilidad que se presenta en el proceso, y a partir de esto y de observar el proceso, generar y comprobar conjeturas sobre las causas de la inestabilidad.

En cualquiera de los casos anteriores, una vez que se tienen límites de control definitivos para usarse en el futuro, éstos no se cambiarán hasta que la realidad del proceso sea otra, por ejemplo, que haya reducido su variabilidad significativamente o mejorado el centrado del proceso. En ocasiones, en algunas empresas se acostumbra revisar o recalcular en forma periódica los límites, pero se debe ser cuidadoso de imitar esta práctica, ya que si el periodo es muy corto puede ocurrir que no se detecten ciertos cambios o tendencias que estén registrando en las cartas. Por ejemplo, una semana es un periodo muy corto para recalcular los límites de control. En algunos procesos se justifica recalcular los límites cuando se da cierto tipo de mantenimiento mayor, cuando se le hacen cambios al proceso, etc.; en todo caso se debe tener muy claro la razón de por qué después de estos cambios se espera que el proceso opere en forma diferente respecto a la variable que se analiza con la carta de control.

La práctica en algunas empresas de sustituir los límites de control por especificaciones o metas de calidad, se debe evitar a toda costa. También en ocasiones la línea central de una carta de medias se sustituye por un valor objetivo o deseado, también esto se debe evitar, porque aunque en algunas ocasiones puede justificarse, en general cuando se hace esto, la carta de control pierde su propósito y potencial.

13. Asegurarse de la cooperación. Es necesario que se involucre a quienes están relacionados con la problemática que pretende atender la carta de control, es indispensable explicar los objetivos de la carta y la situación que prevalece actualmente (etapas 1 y 2); además es muy importante capacitar sobre lo que va a detectar la carta, y cómo va ayudar a realizar mejor el trabajo. En otras palabras, el desarrollo de esta fase es una buena oportunidad para practicar el trabajo en equipo, y para fortalecer la corresponsabilidad por la calidad y la empresa.

14. Entrenar a usuarios. Con base en las etapas 6, 7 y 8, entrenar a quienes van a usar la carta de control: cada cuándo y cómo van a tomar los datos, en el registro de puntos en la carta de control, en la documentación de las cartas y en todos aquellos pasos que se seguirán en la operación de la carta.

15. Analizar los resultados. Asegurarse de que la carta se interprete correctamente, que se utiliza para detectar causas especiales de variación, que ayuda a fundamentar acciones de mejora, etc. Es importante definir quién va interpretar la carta y los pasos a seguir cuando se detecte una causa especial de variación, sea un cambio de nivel, una tendencia, etc.

16. Asegurarse de su efectividad. Se debe tener cuidado que el llenado de los puntos en la carta de control no se haga una rutina más, en la que no se toma ningún tipo de acción. Es indispensable revisar periódicamente si la carta cumple con el propósito para el que se implementó, si se usa e interpreta en forma correcta, y si la problemática se ha reducido.

17. Mantener el interés y modificar la carta. Tomar acciones para que la carta no se use mecánicamente, sino que sea un instrumento vivo, útil y que recibe atención.

Para ello se puede involucrar cada vez más a los usuarios de las cartas en la corresponsabilidad de la calidad, asignar responsabilidades, modificar la carta: su lugar, la frecuencia y tamaño de muestreo. Se puede cambiar su naturaleza de acuerdo a los resultados obtenidos, por ejemplo, si ya se logró que el proceso sea estable y capaz, entonces ahora el propósito de la carta debe ser preventivo para que las mejoras logradas sean irreversibles.

18. Eliminar la carta. Cuando una carta ha cumplido su propósito, por ejemplo el problema se eliminó o en general cuando ya no tiene razón de ser, entonces es el momento de pensar en eliminarla y sustituirla por una alternativa acorde con las nuevas circunstancias. Por ejemplo, si dio resultado, entonces se puede pensar en medidas de aseguramiento, como muestreo periódico, inspección o una carta que resulte más económica y adecuada a las nuevas circunstancias.

2.4 CAPACIDAD DE PROCESOS (ÍNDICES DE CAPACIDAD)

Se analizarán los índices de capacidad, que son mediciones especializadas para evaluar capacidad, y por su fácil interpretación se han convertido en las medidas de capacidad por excelencia. Sin embargo, en ocasiones se ha abusado de su uso y no se han considerado sus limitaciones, por esto es importante conocerlos bien para interpretarlos de manera correcta. También se describe el análisis de tolerancia, que es una metodología de mucha utilidad para estudiar la capacidad cuando se combinan varios componentes o partes. Ambos aspectos son herramientas fundamentales en el contexto de proyectos Seis Sigma.

2.4.1 ÍNDICES DE CAPACIDAD PARA PROCESO CON DOBLE ESPECIFICACIÓN

Los procesos industriales tienen variables de salida o de respuesta, las cuales deben cumplir con ciertas especificaciones para así considerar que el proceso está funcionando de manera satisfactoria. Evaluar la habilidad o capacidad de un proceso es analizar qué tan bien cumplen sus variables de salida con las especificaciones.

Sea una característica de calidad de un producto o variable de salida de un proceso, del tipo valor nominal es mejor, donde para considerar que hay calidad las mediciones deben ser igual a cierto valor nominal o ideal (N), o al menos tienen que estar dentro de cierta especificación inferior (EI) y superior (ES).

2.4.1.1 Índice C_p

El índice de capacidad potencial del proceso, C_p , se define de la siguiente manera:

$$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma}$$

donde σ representa la desviación estándar del proceso, y ES y EI son las especificaciones superior e inferior para la característica de calidad. El índice C_p compara el ancho de las especificaciones o variación tolerada para el proceso con la amplitud de la variación real del proceso:

$$C_p = \frac{\text{Variación tolerada}}{\text{Variación real}}$$

Decimos que 6σ (seis veces la desviación estándar) es la variación real, debido a las propiedades de la distribución normal, en donde se afirma que entre $\mu \pm 3\sigma$ se encuentra el 99.73% de los valores de una variable con distribución normal (incluso si no hay normalidad, en $\mu \pm 3\sigma$ se encuentra en gran porcentaje de la distribución, debido a la desigualdad de Chebysev y la regla empírica).

2.4.1.1 Interpretación del índice C_p

Para que el proceso pueda considerarse potencialmente capaz de cumplir con especificaciones, se requiere que la variación real siempre sea menor que la variación tolerada. De aquí que lo deseable es que el índice C_p sea mayor que 1, y si el valor del índice C_p es menor que uno es una evidencia de que no cumple con especificaciones. La interpretación que a continuación se dará se basa en que los índices se han estimado considerando variabilidad de corto plazo. Para ampliar las perspectivas en la interpretación del índice C_p , tenemos las siguientes posibilidades:

- Consultar los procesos representados en los histogramas, donde se ha calculado el índice C_p , así, sólo a y b son potencialmente capaces, ya que el C_p es mayor que 1.33. Aunque para lograr calidad Seis Sigma se requiere que el $C_p = 2.0$.
- Se presentan cinco categorías de procesos que dependen del valor del índice C_p , suponiendo que el proceso está centrado. Ahí se ve que el C_p debe ser mayor que 1.33, o que 1.50 si se requiere tener un proceso bueno, pero debe ser mayor o igual que dos si se quiere tener un proceso de clase mundial.
- Se ha traducido el valor del índice en porcentaje de artículos que no cumplirían especificaciones y en la cantidad de partes con defectos por cada millón producido (PPM). Por ejemplo, si el índice $C_p = 0.8$ y el proceso estuviera centrado, entonces el correspondiente proceso produce 1.64% de piezas fuera de especificaciones (que corresponde a 16 395 partes malas de cada millón producido). Una observación que se desprende de la tabla referida es que el índice C_p no tiene una interpretación porcentual directa.

Un aspecto que es necesario destacar es que la interpretación de los índices C_p , C_{pi} y C_{ps} , se fundamente en tres supuestos: que la característica de la calidad se distribuye normal; que el proceso es estable; y que se conoce la desviación estándar

del proceso, es decir, la desviación estándar no es una estimación con base en una muestra. La violación de alguno de estos supuestos, sobre todo los últimos dos, afecta sensiblemente la interpretación de los índices. Más adelante se verá la interpretación de los índices cuando éstos se calculan (estiman) a partir de una muestra.

Si al analizar el proceso se encuentra que su capacidad para cumplir especificaciones es mala, existen tres opciones: modificar el proceso, mejorar su control, mejorar el sistema de medición, modificar tolerancias o inspeccionar el 100% de los productos. Por el contrario, si hay capacidad excesiva, ésta se puede aprovechar, por ejemplo: con la venta de la precisión, del método, reasignado productos a máquinas menos precisas, acelerar el proceso y reducir la cantidad de inspección.

2.4.1.2 Índice C_r

Un índice menos conocido que el C_p , es el que se conoce como razón de capacidad, C_r , el cual está definido por

$$C_r = \frac{6\sigma}{ES - EI}$$

Como se puede apreciar, el índice C_r , es el inverso de C_p , ya que compara la variación real contra la variación tolerada. Con este índice se quiere que el numerador sea menor que el denominador, es decir, lo deseable son valores de C_r pequeños (menores que 1). La ventaja del índice C_r sobre el C_p , es que tiene una interpretación un poco más intuitiva, a saber: el valor del índice C_r representa la proporción de la banda de especificaciones que es ocupada por el proceso.

2.4.1.3 Índices C_{pk} , C_{pl} , C_{ps}

La desventaja de los índices C_p y C_r es que no toman en cuenta el centrado del proceso. Por ejemplo, en sus definiciones nunca intervienen la media del proceso, μ . Para superar esta desventaja será necesario recurrir a otros índices, uno de ellos el llamado índice de capacidad real: el índice C_{pk} . Para calcularlo hay varias formas equivalentes; una de ellas consiste en calcular un índice de capacidad para la especificación inferior, C_{pi} , y otro para la superior, C_{ps} de la siguiente manera

$$C_{pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma} \quad \text{y} \quad C_{ps} = \frac{ES - \mu}{3\sigma}$$

Como se observa, estos índices sí toman en cuenta la media del proceso y evalúan la capacidad para cumplir con la especificación inferior y superior, respectivamente. La distancia de la media del proceso a una de las especificaciones representa la variación tolerada para el proceso de un solo lado de la media. Por eso se divide entre 3σ , en lugar de entre 6σ . Los índices unilaterales se interpretan en forma más o menos similar al índice C_p . De aquí que entre más grande sean estos índices, mejor se cumplirá con la correspondiente especificación.

El índice C_{pk} está definido por:

$$C_{pk} = \text{Al valor más pequeño de entre } C_{pi} \text{ y } C_{ps}$$

Es decir, el índice C_{pk} es igual al índice unilateral más malo, por lo que si el valor del C_{pk} es satisfactorio, eso indicará que el proceso en realidad es capaz. Si no es satisfactorio, no cumple con por lo menos una de las especificaciones. Algunos elementos adicionales para la interpretación del índice C_{pk} son las siguientes:

- El índice C_{pk} siempre va a ser menor o igual que el índice C_p . Cuando sean muy próximos, eso indicará que la media del proceso está muy cerca del punto medio de las especificaciones.
- Si el valor del índice C_{pk} es mucho más pequeño que el C_p , nos indicará que la media del proceso está alejada del centro de las especificaciones.

- Cuando los valores de C_{pk} sean mayores a 1.25 o 1.45, se considerará que se tiene un proceso con capacidad satisfactoria.
- Valores del C_{pk} igual a cero o negativos, indican que la media del proceso está fuera de las especificaciones.

2.4.1.4 Índice C_{pm} (Índice de Taguchi)

En el primer apartado los índices C_p y C_{pk} , para los cuales lo más importante es reducir la variabilidad y cumplir con especificaciones. Sin embargo, desde el punto de vista de G. Taguchi, cumplir con especificaciones no es sinónimo de buena calidad y la reducción de la variabilidad debe darse en torno al valor nominal (calidad óptima). Es decir, la mejora de un proceso según Taguchi debe estar orientada a reducir su variabilidad alrededor del valor nominal, N , y no sólo orientada a cumplir especificaciones.

Taguchi (1986) propone una definición alternativa de los índices de capacidad del proceso, la cual se fundamenta en lo que él denomina función de pérdida. Al índice propuesto por Taguchi, que se denota con C_{pm} , toma en cuenta en forma simultánea el centrado y la variabilidad del proceso (Boyles, 1991). El índice C_{pm} está definido por

$$C_{pm} = \frac{ES - EI}{6\tau}$$

donde

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

y N es el valor nominal de la característica de la calidad; EI y ES son las especificaciones inferior y superior. El valor de N generalmente es igual al punto medio de las especificaciones, es decir, $N = 0.5(ES + EI)$. Nótese que el índice C_{pm} compara el ancho de las especificaciones con 6τ ; pero τ no sólo toma en cuenta la variabilidad del proceso, a través de σ^2 , sino que también toma en cuenta el centrado

a través de $(\mu - N)^2$. De esta forma, si el proceso está centrado, es decir, si $\mu = N$, entonces el C_p y el C_{pm} son iguales.

2.4.2 PROCESOS CON SÓLO UNA ESPECIFICACIÓN

En este apartado se estudian los índices de capacidad para características de calidad que sólo tienen una especificación por satisfacer. En la industria existe gran cantidad de variables de este tipo, ya sea variables del tipo entre más grande mejor, donde lo que interesa es que sean mayores a cierto valor mínimo (EI); o variables del tipo entre más pequeño mejor, donde lo que se quiere es que nunca excedan un cierto valor máximo (ES).

Si se tienen características de calidad del tipo “entre más grande mejor” que debe ser mayor que una especificación inferior (EI), entonces el índice de capacidad inferior, C_{pi} , está definido por

$$C_{pi} = \frac{\mu - EI}{3\sigma}$$

El valor mínimo de los índices C_{ps} y C_{pi} , para que el proceso se puede considerar capaz de cumplir con la correspondiente especificación es de 1.25. Si la característica de calidad es crítica, entonces el valor mínimo debe ser 1.45, o fijarse utilizando la columna de procesos con sólo una especificación.

2.4.3 ÍNDICES DE CAPACIDAD DE LARGO PLAZO: P_p y P_{pk}

Cuando hablamos de capacidad podemos tener una perspectiva de corto y largo plazo. La capacidad de corto plazo es calculada a partir de muchos datos tomados durante un periodo suficientemente corto para que no haya influencias externas sobre el proceso. Por lo tanto esta capacidad representa el potencial del proceso, lo mejor que se puede esperar del mismo, mientras que la capacidad de largo plazo se

calcula con muchos datos tomados de un periodo de tiempo suficientemente largo para que los factores externos puedan influir en el desempeño del proceso. Lo anterior tiene impacto en la forma que se estima la desviación estándar del proceso.

Supongamos que se tienen gran cantidad de datos que se han obtenido a través del muestreo para cartas de control, entonces habrá dos formas de calcular la desviación estándar. Una considera sólo la variación dentro de las muestras a través del rango de las muestras, mediante la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

donde \bar{R} es el promedio de los rangos de las muestras, y la constante d_2 depende del tamaño de muestra o subgrupo y está tabulado en el apéndice. Esta forma de calcular la desviación estándar no considera los desplazamientos del proceso a través del tiempo que también influyen en la variación total del proceso, por lo que suele llamársele variación de corto plazo del proceso. Normalmente los índices de capacidad se calculan sólo considerando la variación de corto plazo, por lo que se habla de capacidad de corto plazo.

La otra manera de calcular la desviación estándar del proceso es considerando la variación entre muestras y dentro de muestras, lo que se hace calculando la desviación estándar directamente de todos los datos obtenidos a lo largo del tiempo; de esta forma, si se tienen en muchos datos de un tiempo suficientemente amplio entonces se tendrá una idea de la capacidad del proceso a largo plazo. Por lo general, para designar a los índices calculados con la desviación estándar de largo plazo se les designa con P_p en lugar de C_p , P_{pk} en lugar de C_{pk} , y así con los demás índices cuya letra inicial es C se sustituye por la P . Es decir, el P_p se calcula de igual forma que el C_p , la diferencia es la forma en que se calculó la desviación estándar: largo plazo para P_p y corto plazo para C_p .

La capacidad de corto plazo evaluada a través de C_p y por el índice Z (que en este caso puede designarse con Z.ct) representa la tecnología del proceso. Mientras que la capacidad de largo plazo medida por P_p y por el estadístico Z (que en este caso puede designarse con Z.lt) representa la tecnología del proceso combinada con el control de la tecnología.

La diferencia entre la capacidad de corto y largo plazo se conoce como desplazamiento o movimiento del proceso y se puede medir a través del índice Z, de la manera siguiente:

$$Z_{mov} = Z.ct - Z.lt$$

El índice Z_{mov} representa la habilidad para controlar la tecnología. Hay estudios que ponen de manifiesto que con la media de un proceso puede desplazarse a través del tiempo hasta 1.5 sigmas del valor nominal, es decir, que el valor del índice Z_{mov} puede ser de hasta 1.5 en procesos con un control pobre. Por lo general este 1.5 se utiliza de la siguiente manera: si se puede calcular Z_{mov} , entonces si éste es menor que 1.5; eso se interpretará como que el proceso tiene un mejor control que el promedio de los procesos con pobre control, y si es mayor que 1.5, entonces el control es muy malo. Si no se conoce Z_{mov} , entonces puede asumirse un valor de 1.5. De aquí que si no se conoce el desplazamiento del proceso, la relación entre capacidad de corto y largo plazo la da la siguiente expresión:

$$Z.ct = 1.5 + Z.lt$$

2.4.4 ÍNDICES DE CAPACIDAD PARA VARIABLES DE ATRIBUTOS

Todas las fórmulas que hemos visto para los índices de capacidad están orientadas para variables de tipo continuo, en las que para cada producto, muestra o pieza inspeccionada se obtiene una medición numérica que refleja su calidad. Por ello, para otro tipo de variables como las de atributos, por ejemplo, donde lo que se hace es ver si el producto pasa o no pasa, o contar el número de defectos, no es posible calcular en forma directa los índices de capacidad que hemos visto antes.

Sin embargo, si se quiere medir la calidad de un proceso que tiene variables de salida de atributos, en términos de los índices C_p o C_{pk} , entonces lo que se debe hacer es estimar el porcentaje promedio de defectos o el porcentaje promedio de artículos defectuosos del proceso, y con el apoyo de la tabla convertir este porcentaje al correspondiente índice C_p .

Algunas variables atributos en lugar de medirse en porcentajes de defectos, se miden en número de partes con defectos por cada millón de oportunidad (PPM). Otra forma de medir las variables de atributos es por el número de defectos por u millón de oportunidades (DPMO). En estos casos, se analiza la tercera columna y se procede en forma similar al porcentaje de defectos. Sólo recordamos que para calcular las PPM se divide el total de artículos con defectos entre el total de artículos inspeccionados, y al resultado se le multiplica por un millón. Por ejemplo, si de un total de 1 000 piezas inspeccionadas se encuentran cinco defectuosas, entonces las PPM correspondientes son de 5 000, ya que:

$$PPM = \frac{\text{Total de artículos con defectos}}{\text{Total de artículos inspeccionados}} \cdot 1\,000\,000 = \frac{5}{1\,000} \cdot 1\,000\,000 = 5\,000$$

2.4.5 ESTIMACIÓN DE LOS ÍNDICES DE CAPACIDAD MEDIANTE UNA MUESTRA (ESTIMACIÓN POR INTERVALO)

Para calcular los índices de capacidad e interpretarlos se necesitan conocer la media, μ , y la desviación estándar, σ , del proceso con una aproximación. Sin embargo, no siempre se conocen, por lo que en esas ocasiones será necesario utilizar datos muestrales y con base en ellos tomar decisiones acertadas. Sea X_1, X_2, \dots, X_n una muestra aleatoria del proceso, y \bar{X} y S la media y la desviación estándar de tal muestra. Si los índices se estiman usando \bar{X} y S en lugar de μ y σ , respectivamente, y si la muestra es pequeña (menor a 100 o 150), es incorrecto comparar los valores estimados con los valores mínimos recomendados por los índices. También es erróneo interpretar los valores estimados, ya que los valores

mínimos son para los verdaderos índices, o índices poblacionales, y no para su estimación muestral. En otras palabras, si los índices de capacidad son estimados con base en muestras pequeñas y no con base en parámetros poblacionales (proceso), entonces un valor grande de la estimación de los índices no necesariamente implica que se tiene una buena capacidad de proceso. Lo contrario también es verdad: un valor pequeño del índice estimado no necesariamente implica mala capacidad del proceso.

Así, si a partir de una muestra aleatoria se estiman los índices C_p , C_{pi} , C_{ps} , C_{pk} y C_{pm} de la siguiente manera:

$$\hat{C}_p = \frac{ES - EI}{6S}$$

$$\hat{C}_{pi} = \frac{\bar{X} - EI}{3S}$$

$$\hat{C}_{ps} = \frac{ES - \bar{X}}{S}$$

$$\hat{C}_{pk} = \text{Mínimo} (\hat{C}_{pi}, \hat{C}_{ps})$$

$$\hat{C}_{pm} = \frac{ES - EI}{\sqrt{S^2 + (\bar{X} - N)^2}}$$

los valores obtenidos no se deben interpretar directamente en función de las tablas, sobre todo si la muestra sólo es de unas cuantas decenas o si no es representativa del proceso. Al estar basados en una muestra, los valores de los índices dependen de la misma y van a variar de muestra a muestra. Aquí lo que se debe hacer es una estimación por intervalo, en la cual se toma en cuenta el error estándar de s correspondiente estimador muestral (Kushler y Hurley, 1992). De forma específica, los intervalos de confianza para C_p , C_{pk} y C_{pm} están dados por

$$\hat{C}_p \pm Z_{\alpha/2} \frac{\hat{C}_p}{\sqrt{2(n-1)}}$$

$$\hat{C}_{pk} \pm Z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{\hat{C}_{pk}^2}{2(n-1)} + \frac{1}{9n}}$$

$$\hat{C}_{pm} \pm Z_{\alpha/2} \frac{\hat{C}_{pm}}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{\frac{1}{2} + \frac{(\bar{X} - N)^2}{S^2}}{\left(1 + \frac{(\bar{X} - N)^2}{S^2}\right)^2}}$$

donde n es el tamaño de muestra y $Z_{\alpha/2}$ es el percentil de la distribución normal que determina la confianza de la estimación (si se quiere trabajar con 95% de confianza, el valor de $Z_{\alpha/2}$ es 1.96). De esta manera, si a partir de una muestra aleatoria del proceso se estiman los índices de capacidad muestrales, entonces el verdadero valor índice de capacidad del proceso se encontrará entre el intervalo obtenido con las expresiones anteriores, con la confianza deseada.

De manera general, si se toma una muestra aleatoria de un proceso para evaluar su capacidad, entonces con base en los intervalos de confianza para los índices se pueden encontrar tres tipos de procesos:

1. Proceso con una buena capacidad. Se tiene en este caso cuando el límite inferior de los intervalos de confianza para los índices es mayor que 1.33 (o por lo menos que 1.0).
2. Proceso con muy mala capacidad. Se podrá afirmar esto cuando el límite superior de los intervalos de confianza para los índices sea menor que 1.0.
3. Proceso con una capacidad intermedia o incertidumbre sobre su capacidad real. Se presenta cuando no se está en ninguna de las dos situaciones anteriores, es decir, cuando el intervalo incluya el número uno o a 1.33. En esta situación se sabe seguir monitoreando el proceso hasta tener un tamaño de muestra mayor, para así tener mayor certidumbre sobre la capacidad del correspondiente proceso.

CAPÍTULO 3

ETAPAS DE DMAMC

3.1 LOS EQUIPOS Y LA SELECCIÓN DE PROYECTOS (ETAPA PREVIA)

Un aspecto fundamental en el éxito de un programa Seis Sigma es la selección adecuada de proyectos y la formación del equipo que atenderá cada proyecto. Ya que en un proyecto SS se aborda un problema o una situación que se desconoce si se va a poder encontrar su solución, es importante seleccionar proyectos adecuados y asignar la gente apropiada. Por ello se dan algunas recomendaciones en ambos sentidos.

- ✓ **Seleccionar un buen proyecto Seis Sigma.** En primer paso para lograr un proyecto exitoso será su selección adecuada, que por lo general es responsabilidad de los champions y /o de los Black Belt. A continuación se listan algunas de las características que deben reunir un buen proyecto (Snee, 2001) y que se deben tener en cuenta para seleccionarlo y completar esta etapa previa.
 - El proyecto está conectado con las prioridades del negocio; ligado a los planes estratégicos y a los planes operativos anuales de la organización.
 - El problema tiene gran importancia para la organización. Representa una mejora importante en el desempeño del proceso y en lo financiero.
 - El proyecto tiene un alcance razonable (se puede realizar en un tiempo de tres a seis meses). Es frecuente que el apoyo a los proyecto venga a menos después de seis meses, de aquí que si se plantea un alcance demasiado ambicioso se corre el riesgo de no tener el apoyo para concluirlo.

- Para medir el éxito del proyecto se definen métricas cuantitativas claras. Se evalúa la situación al inicio del proyecto (línea base) y se definen con precisión las metas y el nombre o título del proyecto.
 - La importancia del proyecto es clara para la organización. La gente apoyará un proyecto que atiende y que lo percibe como algo importante.
 - El proyecto tiene el apoyo y la aprobación de la dirección (o gerencia) de la empresa. Este apoyo es necesario para conseguir recursos, eliminar barreras y sostener el proyecto hasta su conclusión.
- ✓ **Formación del equipo.** Una vez que se tiene identificado un buen proyecto, lo que sigue es seleccionar la gente que integrará el equipo que lo desarrollará. Esta tarea por lo general es de los champions (campeones o padrinos) con el apoyo de los Black Belt. Su labor empieza por la selección de un líder del equipo, que puede ser un Black Belt, Green Belt o un candidato a estas categorías, quien debe tener un buen conocimiento operativo del problema, pero que no se sospeche que es parte del problema. No se puede asignar la responsabilidad del equipo a gente que no tiene la motivación y el liderazgo que le permita encauzar al resto de los miembros del equipo, debe tener un buen dominio de la metodología DMAMC y de los métodos Seis Sigma. Lo ideal es designar como líder de proyecto a la gente que lo gustan los retos, que es capaz de dar seguimiento y sabe de la importancia de los resultados.

El resto de los miembros del equipo se pueden definir con base en lo que pueden aportar al equipo y la necesidad de contar con diferentes puntos de vista, experiencias y especialidades. El propio líder del equipo es copartícipe de la formación del mismo. Quizá la formación de éste quede definida después de iniciado el proyecto, una vez que se haya definido el problema y se tenga una primera idea del reto que implica su solución y de los recursos que implicará.

- ✓ **Establecer el marco del problema.** Un elemento vital que debe desarrollarse para cada proyecto por parte de los líderes de la organización (campeones) es un marco o compromiso en el que establece por escrito lo que se espera del proyecto, la necesidad de que el equipo se mantenga concentrado en el mismo y la importancia de que el equipo esté acorde con las prioridades de la organización. Entonces es responsabilidad de los campeones elaborar un marco preliminar, con los elementos señalados antes, y que sirva de carta compromiso entre los líderes de la organización y el equipo. Este marco se completará con la definición del proyecto que será generada por el equipo y consultada con el campeón.

3.2 DEFINIR EL PROYECTO (D)

En esta fase se debe tener una visión y definición clara del problema que se pretende resolver mediante un proyecto SS. Por ello será fundamental identificar las variables críticas para la calidad, establecer metas, definir el alcance del proyecto, precisar el impacto que sobre el cliente tiene el problema y los beneficios potenciales que se esperan del proyecto. Todo lo anterior se hará con base en el conocimiento que el equipo tiene sobre las prioridades del negocio, de las necesidades del cliente y del proceso que necesita ser mejorado.

Para cumplir con los objetivos de la etapa de Definición del proyecto, proponemos que además de tomar en cuenta lo dicho antes para la selección de proyectos y formación del equipo, se desarrollen por lo menos las siguientes actividades.

- ✓ **Dar una descripción general del problema.** En donde se explique en qué consiste el problema y por qué es importante resolverlo.

- ✓ **Hacer un diagrama de flujo del proceso completo y una narración general o un mapeo de proceso.** Con la idea de tener un panorama completo del problema es importante realizar un diagrama de flujo en el que se muestren los subprocesos u operaciones principales del proceso completo donde se presenta el problema. Además del diagrama de flujo es necesario hacer una narración general del proceso completo, para ello apoyándose en el diagrama de flujo inicial, seleccionar los subprocesos y hacer una primera narración general sobre cómo cada uno de éstos (pensando en sus variables de salida) contribuye a las características del producto final. Qué se logra en el subproceso, si éste falla, qué se afecta principalmente.
- ✓ **La narración de un proceso.** Tiene como objetivo clarificar el entendimiento de un proceso y así estar consciente del nivel de conocimiento que se tiene sobre el mismo. En general una narración tiene tres niveles, que van de la narración básica a la avanzada. Lo primero es hacer una narración básica, en donde explica el proceso a caracterizar en forma general respecto al objetivo del proceso. En el segundo nivel de narración se especifican los materiales utilizados y las principales condiciones del proceso (en este caso se coincidiría con un mapeo de proceso. El último nivel de narración es tratar de entender los principales principios físicos en los que está soportado el proceso. Llegar hasta el último nivel es lo deseable, pero en un proyecto Seis Sigma por lo menos se debe cubrir el primer nivel de narración.
Independientemente del nivel de narración alcanzado, hacerla lo más simple posible. Para ello recurrir al conocimiento y a la experiencia de los involucrados en el proyecto. No poder narrar el proceso será un indicativo de falta de conocimiento básico sobre el proceso, en cuyo caso será necesario buscar tal conocimiento en libros, manuales, consulta con gente experta (proveedores, asesores, compañeros de trabajo, universidades) y también se puede utilizar experimentación.
- ✓ **Seleccionar las variables críticas para la calidad (VCC) y asegurarse que a través de ellas se escucha al cliente.** En esta etapa se deben especificar las variables críticas para la calidad y productividad mediante las cuales se

evaluará qué tan bien se cumplieron los objetivos del proyecto; por ejemplo tiempo de ciclo, costos, calidad de alguna variable de salida, quejas, productividad, etc. Estas variables deben estar ligadas a la satisfacción del cliente o en general al desempeño del negocio y por tanto se debe garantizar que se está escuchando al cliente.

En un problema, donde la problemática se refiere a la calidad del producto, una forma de empezar sería listar las variables de salida del producto final y la forma en que afecta al cliente. La clave aquí es preguntarse qué aspectos del producto final son importantes para el cliente y por qué, además de agregar una primera evaluación de cuál es la situación actual. Puede ser ésta muy buena, buena, regular o pésima. Puede apoyarse en datos o en el sentir que hay en el área. En cuanto a la prioridad que tendrá cada variable en el proyecto, ésta debe tener una valoración entre 1 y 5, siendo 5 la más alta prioridad, y se debe desprender de la situación actual y de qué tan relacionada esté con el problema bajo análisis.

- ✓ **Delimitar el problema.** Con lo hecho hasta aquí es momento de delimitar el problema, para decidir qué parte del problema o proceso será abordado en el proyecto, pensando en su magnitud. Recordemos que es importante que el objetivo se pueda cumplir en un lapso de entre cuatro y seis meses. De hecho se recomienda partir de un horizonte de cuatro meses. Esto también ayudará a definir en una forma más precisa las VCC.
- ✓ **Proponer una buena primera definición del problema.** Con base en las actividades anteriores estamos en posibilidades de elaborar una frase que defina el problema, el alcance y los objetivos. Esta frase será la carta de presentación del proyecto, por lo que deberá ser elaborada con sumo cuidado. La definición del problema debe integrarse al marco del proyecto, que es la carta compromiso entre los líderes de la organización y el equipo que desarrolla el proyecto, y que se describió al inicio.
- ✓ **Recomendaciones para redactar la definición (frase) del problema.** De preferencia deben usarse datos de las variables críticas para la calidad (ya sea que se refieren al cliente o al desempeño del negocio). Es decir, expresar

el problema en términos cuantitativos, ligarlo a los resultados del negocio, de ser posible comparar y evaluar brechas a través de marcas de referencia (Benchmarks). Una técnica muy útil para lo anterior es la de los “cuatro cuáles” o también conocida como los “cuatro qué”.

3.3 MEDIR LA SITUACIÓN ACTUAL (M)

En esta segunda etapa se verifica que las variables críticas para la calidad (VCC) pueden medirse en forma consistente, se mide su situación actual (baseline) y se establecen metas para las VCC. Ésta es una etapa importante porque se da continuidad a la anterior, se realiza un estudio R&R, y se elabora un estudio de capacidad y estabilidad de las VCC, para saber con mayor precisión la magnitud del problema actual y generar bases para encontrar la solución. Por ello recomendamos completar esta etapa desarrollando las siguientes actividades.

- **Verificar que pueden medirse en forma consistente las VCC.** Lo primero que se debe hacer dentro de la fase de medición del ciclo DMAMC, es verificar que las VCC que se han elegido en la etapa anterior (definir) pueden medirse en forma consistente. Por tanto aquí lo más indicado sería llevar a cabo un estudio de repetibilidad y reproductibilidad al sistema de medición de las VCC. Hacer un estudio R&R es algo perfectamente factible para la mayoría de las VCC que se presentan en la práctica; como son variables de tipo físico-químico, contabilidades, conteos. Donde puede haber más dificultades es en el caso de variables lentas de tipo administrativo (quejas de cliente, por ejemplo). Con independencia del tipo de variable, el equipo de mejora debe revisar con detalle la forma en que se miden sus VCC y asegurar que estas mediciones se hacen en forma consistente, ya que a través de estas variables se medirá el impacto del problema de mejora.
- **Hacer un estudio de capacidad y estabilidad para las VCC.** A las VCC especificadas en la etapa anterior se les debe hacer un estudio detallado para

determinar su estado en cuanto a capacidad y estabilidad. Si las VCC no se han venido analizando mediante una carta de control, entonces se debe hacer un esfuerzo por establecer una perspectiva clara sobre su magnitud y cómo han variado a través del tiempo. Por ejemplo, si son quejas, errores, costos, etc.; entonces investigar cómo han variado éstas en las últimas 10 a 20 semanas. Para ello utilizar una carta de control o simplemente hacer una carta de corrida (gráfica tipo X – Y en el que se grafica tiempo contra VCC).

- **Establecer metas para las VCC.** Tomando en cuenta la situación para las VCC, se deben establecer metas para éstas. Estas metas deben balancear el que sean ambiciosas pero alcanzables. Por ello el equipo debe preguntarse cuál sería un buen logro del proyecto que se refleje en un horizonte de un año a menos.

3.4 ANALIZAR LAS CAUSAS RAÍZ (A)

La meta de esta fase es identificar la(s) causa(s) raíz del problema (identificar las X vitales), entender cómo es que éstas generan el problema y confirmar las causas con datos. Por tanto en esta fase se deben desarrollar teorías que expliquen cómo es que las causas raíz generan el problema, confirmar estas teorías con datos, para después de ello tener las pocas causas vitales que están generando el problema. Las herramientas que son de utilidad en esta fase son muy variadas, entre algunas de ellas: lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa, Pareto de segundo nivel, estratificación, cartas de control, mapeo de procesos, los cinco porqués, diseño de experimentos, prueba de hipótesis, diagrama de dispersión, etc.

El riesgo de esta fase es que el equipo se conforme con identificar los síntomas del problema. El equipo debe asegurarse que realmente encontró las causas de fondo y que además a identificado el porqué de esas causas. Una forma de ilustrar el proceso que se espera en esta fase lo da la técnica de los cinco porqués.

Las actividades que proponemos para completar esta fase se describen a continuación.

- **Hacer una lista de las causas del problema y de las variables de entrada del subproceso (las X's).** Dado que hasta aquí se tiene identificado claramente el problema, entonces es momento que el equipo se cuestione sobre cuáles son las causas de los problemas, tratando de incluir en su proceso reflexivo la profundidad. Por ello, dado que en la etapa anterior ya se estableció el estado del proceso en cuanto a capacidad y estabilidad, se recomienda que para encontrar las causas se sigan las indicaciones dadas, de acuerdo al estado del proceso. Apoyándose en esas recomendaciones generar esas causas mediante una lluvia de ideas, y organizarlas mediante un diagrama de Ishikawa. Si el proyecto ya se ha delimitado sobre el proceso de transformación física entonces en esta actividad se deben listar las variables de entrada (independientes) del subproceso que normalmente se controlan, como temperatura, velocidad, etc. También agregar otros aspectos que se cree que actualmente pudieran estar afectando las VCC; por ejemplo características de los insumos, condiciones ambientales y aspectos relacionados con mano de obra o con métodos de trabajo.
- **Relacionar las variables de entrada con las variables de salida y las VCC.** La idea de esta actividad es tener una visualización clara de las diferentes variables involucradas en este problema. Por ello es deseable hacer un análisis FDC para relacionar variables de entrada con las variables de salida del proceso y la VCC.
- **Seleccionar las principales causas (las X's vitales) y confirmarlas.** En esta actividad se deben seleccionar las que se creen son las causas principales, explicar cuál es la razón (teórica) y confirmar con datos que

efectivamente esto ha pasado. Se debe tener presente el estado de las VCC en cuanto a capacidad y estabilidad; y las recomendaciones correspondientes.

3.5 MEJORAR LAS VARIABLES CRÍTICAS DE CALIDAD (M)

Con lo hecho en la etapa previa se está listo para que en ésta se propongan, implementen y evalúen las soluciones que atiendan las causas raíz detectada antes. Así, el objetivo último de esta etapa es demostrar, con datos, que las soluciones propuestas resuelven el problema y llevan a las mejores buscadas. Con este propósito se propone completar las siguientes actividades.

- **Generar diferentes soluciones para cada una de las causas raíz.** Una vez identificadas y confirmadas las causas raíz en la fase anterior en necesario no dejarse llevar por la emoción de estar llegando al final y quedarse con la primera solución que se proponga. Es recomendable generar diferentes alternativas de solución que atiendan las diversas causas, apoyándose en algunas de las siguientes herramientas: lluvia de ideas, técnicas de creatividad, hojas de verificación, diseño de experimentos, AMEF, poka – yoke, etc. La clave es pensar en soluciones que ataquen la fuente del problema (causas) y no en efecto.
- **Con base en una matriz de prioridades elegir la mejor solución.** Una vez que se generaron diferentes alternativas de solución es importante evaluarlas con base en una matriz que refleje los diferentes criterios o prioridades sobre los que se debe tomar la solución. En la práctica cada equipo debe establecer los propios tomando en cuenta las políticas de la empresa. Después por consenso o votación los integrantes del equipo jerarquizan las soluciones de acuerdo a cada criterio, asignado el número más alto a la solución mejor evaluada de acuerdo a ese criterio.
- **Implementar la solución.** Para implementar la solución es importante elaborar un plan en el que se especifiquen las diferentes tareas, su

descripción (en qué consiste, cómo se va a hacer, dónde se va a implementar), las fechas para cada una, los recursos monetarios que se requerirán, las personas responsables y participantes en cada tarea.

- **Evaluar el impacto de la mejora sobre la VCC.** Para la evaluación de la solución se debe comparar el estado del proceso antes y después de las acciones tomadas, es decir, volver a realizar un estudio de capacidad y estabilidad para las VCC. Si los resultados no son satisfactorios, entonces se debe revisar por qué no dio resultado y con base en eso revisar lo hecho es ésta y la anterior etapa del ciclo DMAMC.

3.6 CONTROLAR PARA MANTENER LA MEJORA (C)

Una vez que las mejoras deseadas han sido alcanzadas, en esta etapa se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas (controlar las X vitales) y se cierra el proyecto. En otras palabras, el objetivo de esta etapa es que el equipo SS desarrolle un conjunto de actividades con el propósito de mantener el estado y desempeño del proceso a un nivel que satisfaga las necesidades del cliente y esto sirva de base para buscar la mejora continua. En este sentido, es necesario establecer un sistema de control para:

- Prevenir que los problemas que tenía el proceso no se vuelvan a repetir (mantener las ganancias).
- Impedir que las mejoras y conocimiento obtenido se olviden.
- Mantener el desempeño del proceso.
- Alentar la mejora continua.

De acuerdo con lo anterior, además de difundir el proyecto, se deben acordar acciones de control en tres niveles: proceso, documentación y monitoreo, como se explica enseguida.

- ✓ **Estandarizar el proceso.** en este nivel se deciden acciones para asegurar las mejoras a través de cambios en los sistemas y estructuras que forman el proceso en sí, tratando de no depender de controles manuales y de vigilancia sobre el desempeño. En otras palabras, aquí se deben buscar cambios en el proceso y en sus métodos de operación apoyándose en tecnologías y dispositivos tipo poka – yoke.
- ✓ **Documentar el plan de control.** Se busca trabajar en mejorar o desarrollar nuevos documentos que faciliten el apego a los procedimientos estándar de operación del proceso. La estandarización vía documentación contempla procedimientos bien escritos, videos y hojas de trabajo ilustradas. Otras alternativas para lograr la estandarización de los métodos son la capacitación, tanto para nuevos trabajadores como para los actuales y los sistemas a pruebas de errores. Algunos consejos para documentar procedimientos son los siguientes:
 - Involucrar a la gente que supervisa y aplica los métodos.
 - Probar el procedimiento, tal como se documentó.
 - Ser completo, pero conciso.
 - Colocar el procedimiento donde esté fácilmente disponible.
 - Bosquejar un método para actualizar los procedimientos (mejora continua).
 - Poner fecha a los procedimientos.
 - Destruir los procedimientos obsoletos.
- ✓ **Monitorear el proceso.** Se deciden las mejoras al monitoreo del proceso para que mediante éste se tenga la evidencia de que el nivel de mejoras logrado se siga manteniendo. Los monitoreos pueden realizarse tanto sobre entradas claves del proceso, como sobre variables de salida crítica, y el trabajo desarrollado en las fases previas del proyecto SS ayuda a decidir esos aspectos importantes a monitorear en el proceso. Recordemos que las herramientas por excelencia para analizar y monitorear el desempeño de un

proceso son las cartas de control, asegurándose de una elección y operación adecuada. Tener cuidado especial en que no se confundan los conceptos de capacidad y estabilidad. Algunas preguntas de evaluación sobre el monitoreo de un proceso, en relación a sus entradas y salidas claves, son las siguientes:

- ¿Cómo se monitorean?
- ¿Con qué frecuencia se verifican?
- ¿Se conocen las especificaciones y valores meta óptimos?
- ¿Cuál es su capacidad y estabilidad?
- ¿Cuáles deben tener cartas de control?

✓ **Cerrar y difundir el proyecto.** El objetivo de esta última actividad es asegurarse que el proyecto SS sea fuente de evidencia de logros, de aprendizaje y que sirva como herramienta de difusión para fortalecer la estrategia de mejora Seis Sigma. Esta difusión ayudará a hacer que los cambios y aprendizajes motiven a elevar el nivel de compromiso de los involucrados para mantener el éxito del proyecto y fortalecer el aprendizaje la mejora continua en la organización. Por ello el equipo de caracterización debe desarrollar las siguientes actividades.

- Documentar el proyecto, es decir, integrar todos los documentos que reflejan el trabajo realizado en las cinco etapas de DMAMC: la información recabada, los análisis hechos, los cambios realizados, etc. El reto es tener una evidencia técnica de lo realizado que sirva como documento de referencia y aprendizaje futuro, por lo que en los aspectos claves se debe ser suficientemente explícito. Además agregar la lista de las personas participantes, las fechas, las áreas en las que se desarrolló el proyecto y aspectos relacionados.
- A manera de resumen y conclusiones, hacer una lista de los principales logros alcanzados. Para ello elaborar un resumen de los principales cambios o soluciones dadas para el problema, el impacto del proyecto y resumir los principales aprendizajes alcanzados con el proyecto.

- Acordar y llevar a cabo una serie de actividades para difundir lo hecho y los logros alcanzados, que puede incluir: elaboración de reporte técnico, presentación ante colegas y directivos interna por los canales adecuados. La base para elaborar el material de difusión está resumido en los puntos anteriores.

CAPÍTULO 4

DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

4.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA EN LA LÍNEA DE CALENTADORES.

4.1.1 ANTECEDENTES DE LA LÍNEA DE CALENTADORES

“Confecciones Angie” es una empresa dedica a la fabricación de ropa deportiva, se encuentra ubicada en Atuntaqui en la calle General Enríquez una cuadra a la panamericana norte, inicia sus actividades productivas el 27 de Junio del 2007, bajo la dirección de su propietaria la Sra. Nancy Andrade, afiliada al Gremio de sastres y modistas del cantón Antonio Ante, fue la única obrera y elaborando camisetras deportivas y ropa para niños; casi al año de actividad productiva se incrementó productos como: buzos, licras, calentadores, uniformes deportivos entre otros, esto lo realizaban con una máquina overlock y una recta y se incorporó una obrera al sistema. Cabe recalcar que los productos se los vendía en ferias semanales y en el almacén de la empresa.

En el año 2009, el personal ascendió a 4 obreras y la incorporación de una máquina recubridora, con la producción de los productos antes mencionados pero con mayor demanda. En Octubre del 2011 se contrata 2 obreras y se incorpora una máquina recta y una máquina overlock, desde esta fecha la empresa decide ser proveedor de un catálogo de promoción nacional y la producción se base como producto estrella los calentadores para mujer, hombre y niño; la producción se rige a la cantidad de pedidos de catálogo, con una base mínima de producción de 60 calentadores semanales.

Los diseños de calentadores se modifican cada tres meses con un número aproximado de 2 a 3 diseños, la selección de colores de los productos se rigen al stock de telas que el proveedor de estas posee, cabe recalcar que esta materia prima no es de excelente calidad ya que esta influiría en el costo haciéndolo de mayor valor, mejoraría altamente la calidad del producto final ya que hay deficiencia en este punto, pero el costo es algo muy importante para la adquisición por nuestros clientes.

Al momento no tienen establecidos sistemas de control estadístico de la calidad, lo toman como calidad a una simple inspección al momento de empacar el producto, es por esta razón que los propietarios de “Confecciones ANGIE” conjuntamente con mi persona hemos pensado con la Implementación del Control Estadístico para la calidad en la línea de producción de calentadores, para mejorar la capacidad del proceso y productividad

4.1.2 PROCESOS MACRO, MESO Y MICRO

Para poder identificar los diferentes tipos de procesos se encuentran divididos de la siguiente manera:

4.1.2.1 Procesos Macro

4.1.2.1.1 Procesos Estratégicos

- **Proceso de Planificación del Recursos:** La planificación de recursos es el proceso que se ejecuta para la adquisición de materias primas, materiales, insumos entre otros que sirven para realización del producto final.

- **Proceso de Planificación del Negocio:** La planificación del negocio es el proceso que permite coordinar con la empresa del catálogo al que se provee los productos, todo lo referente a cantidad de pedidos, costos de productos, entre otros; para poder realizar la planificación interna dentro de la empresa.

4.1.2.1.2 Procesos Productivos

- **Proceso de Diseño.** Es la elaboración del prototipo de calentador que se lo realiza de acuerdo a ideas de diseño que los propietarios deciden realizar.
- **Proceso de Corte:** Este proceso se lo realiza con la cortadora, el primer paso es desenrollar la tela que viene en tubos y se la dobla en capas en el aire, luego estas se las colocas en una mesa para luego colocar los moldes en la parte de arriba, después con una tiza marcar el diseño del molde y de ahí con la cortadora para por las marcas de tiza y listo esta realizado el corte de las prendas para los calentadores.
- **Proceso de Ensamble:** Este proceso permita la confección de los calentadores dividida en chompa y pantalón. Utilizando las máquinas como son: recta, overlock, recubridora y plancha.
- **Proceso de Acabados:** En este proceso se realizan las etapas finales de producción, si el calentador en su diseño es con bordado se envía a bordar este proceso de bordado se lo realiza en una empresa aleada, se coloca las etiquetas y se codifica, se dobla y se enfunda; luego se envía al cliente o se coloca en percha del almacén.
- **Proceso de Logística y Distribución:** Envío de los productos al personal de venta de catálogo y salida de almacén.

4.1.2.1.3 Procesos de Apoyo

- **Recursos Humanos.** Proceso de Contratación de personal, pagos de salarios y pagos de beneficios de ley.
- **Mantenimiento.** Control de mantenimiento de maquinaria y equipos.

4.1.2.1 Procesos Meso

4.1.2.1.1 Procesos Estratégicos

- **Proceso de Planificación del Recursos.**
 - ✓ **Subproceso de Adquisición de Materias Primas.** Se adquiere las telas en el distribuidor de Nortextil, que se encuentra en Atuntaqui; las telas (Bioto y Diadora), se realiza la compra eligiendo los colores que se encuentran en stock en el almacén de este proveedor. Si este proveedor no cuenta con este tipo de tela, se adquiere telas en Novatex o en Seventex que de igual manera se encuentran sus distribuidores en Atuntaqui.
 - ✓ **Subproceso de Adquisición de Maquinaria.** Este proceso se lo realiza, si alguna de las máquinas ya a termina sus años de vida útil, o de acuerdo al crecimiento de la empresa de acuerdo al incremento en la producción. Su proveedor es MAINCO ubicado en Atuntaqui.
 - ✓ **Subproceso de Adquisición de Insumos.** Se verifica si en stock de la empresa se posee con cantidad suficiente de insumos de producción, si la cantidad es mínima se procede a la adquisición de estos insumos como son: hilos, reatas, cierres topes, elásticos, tijeras, cintas métricas, ojales, tizas, tallas, cordón, entre otros. Su proveedor directo es Bazar Miriam, y sus proveedores suplentes Comercial Vallejos o D'Maury ubicados en Atuntaqui.
 - ✓ **Subproceso de Bordado.** Este proceso se lo realiza de manera externa y se contrata los servicios de Fabián Villegas para la realización de este.

- ✓ **Subproceso de Estampado.** Este proceso se lo realiza de manera externa y se contrata los servicios de Pablo López para la realización de este.
 - ✓ **Subproceso de Diseño Gráfico Publicitario.** Este proceso se lo realiza de manera externa y se contrata los servicios de para la realización de este.
 - ✓ **Subproceso de Adquisición de etiquetas y códigos.** Este proceso se lo realiza de manera externa y se contrata los servicios de TexPrint Cia. Ltda., que se encuentran ubicados en la ciudad de Quito.
- **Proceso de Planificación del Negocio.**
 - ✓ **Subproceso de Elaboración del Prototipo.** Los propietarios de la empresa se reúnen con la encargada del taller, para unir ideas de diseños y así de forma conjunta realizan el diseño del prototipo.
 - ✓ **Subproceso de Presentación del Prototipo.** El prototipo es presentado a Piel Active (Representante de Catalogo), mediante una ficha técnica, quienes ellos son quienes deciden si el prototipo pasa a producción o dan su negativa, cabe aclarar que este proceso de aceptación se informa después de un mes de su presentación.

4.1.2.1.2 Procesos Productivos

- **Proceso de Diseño.** Este proceso se lo realiza tomando una fotografía del prototipo aprobado, esto sirve como guía para la producción del calentador.
- **Proceso de Corte:** Este proceso permite realizar el corte de la prenda en piezas.
 - ✓ **Subproceso de desdoblar tela:** Se desdobla la tela que viene en rollos.
 - ✓ **Subproceso de tender tela:** Se tiende la tela en una mesa, dependiendo de la cantidad a cortar se coloca la tela una sobre otra.
 - ✓ **Subproceso de aplicar y marcar moldes:** Se coloca los moldes de cartón sobre la tela, se marca con una tiza la figura del molde, y se retira el molde.

- ✓ **Subproceso de Cortar tela:** Con la cortadora se pasa por las marcas de tiza y se va cortando la tela.
- **Proceso de Ensamble:** Este proceso permita la confección de los calentadores dividida en chompa y pantalón.
 - ✓ **Subproceso de confección de Chompa:** De acuerdo al tipo y modelo de la chompa varia el proceso a seguir y la ocupación de máquinas tales como: Recta, Overlock y Recubridora.
 - ✓ **Subproceso de confección de Pantalón:** Este proceso identifica las actividades a seguir para la elaboración del pantalón.
- **Proceso de Acabados:** En este proceso se realizan las etapas finales de producción.
 - ✓ **Subproceso de Bordado:** Este proceso se lo realiza fuera de la empresa y si el diseño indica que tiene un bordado.
 - ✓ **Subproceso de Codificación y Etiquetado:** Se coloca los códigos y etiquetas en las prendas.
 - ✓ **Subproceso de Empaquetado:** Se dobla la prenda y se coloca en fundas transparentes.
- **Proceso de Logística y Distribución:** Envió de los productos de manera directa a Cliente Piel Active.

4.1.2.1.3 Procesos de Apoyo

- **Recursos Humanos.** Encargado de Contratación de personal, pagos de salarios, beneficios de ley, permisos y control del desempeño del personal.
- **Mantenimiento.** Proceso de mantenimiento y control de maquinaria.

4.1.2.1 Procesos Micro

4.1.2.1.1 Diagrama de Proceso de Diseño

DIAGRAMA DE PROCESOS EN FUNCIÓN DE LAS ACTIVIDADES (PROCESO DE DISEÑO DE CALENTADORES)								
DESCRIPCION	DISTANCIA (m)	TIEMPO (días)	S Í M B O L O S					
			○	⇒	D	□	◇	
No-								
1	REUNIÓN ENTRE LA PROPIETARIA Y LA JEFA DE TALLER PARA MEDIANTE IDEAS ENTRE LAS DOS SACAR UN DISEÑO DE CALENTADOR	-	1					
2	DESARROLLO DEL PROTOTIPO	1	1					
3	DESARROLLO DE LA FICHA TÉCNICA PARA PIEL ACTIVE	-	1					
4	ENVIO DE LA FICHA TÉCNICA A PIEL ACTIVE	10000	1					
5	AVISO DE APROBACIÓN DE NUEVO DISEÑO	-	15					
6	PREPARACIÓN DE MATERIAS PRIMAS Y MAQUINARIA PARA LA NUEVA PRODUCCIÓN	1	2					
7	ENVIO A PROCESO DE CORTE	2	1					
TOTAL		10004	22	1	1	-	5	1

Ilustración IV. Diagrama de Proceso de Diseño de Calentadores

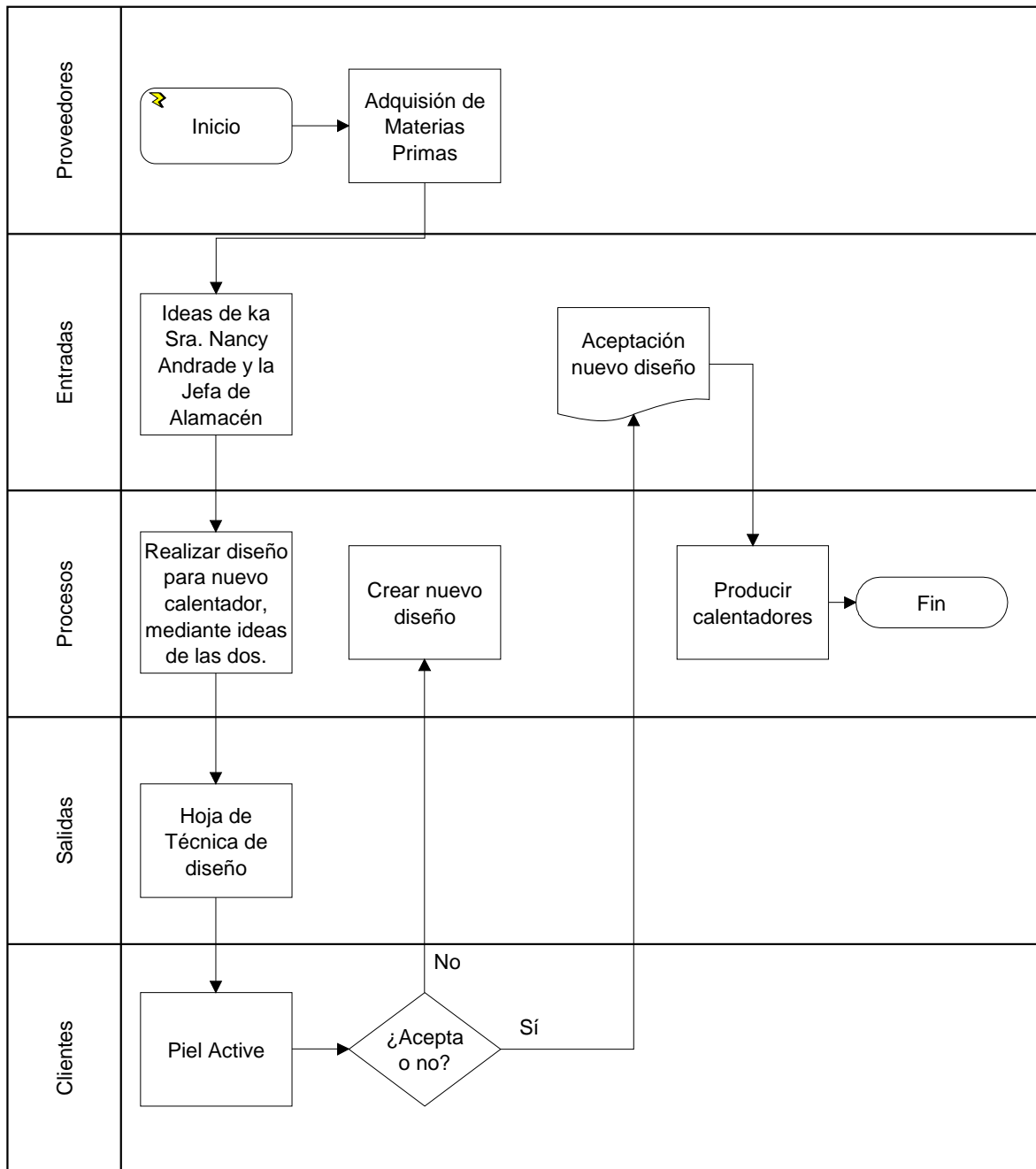


Ilustración V. Diagrama SIPOC de Diseño de Calentadores

4.1.2.1.2 Diagrama de Proceso de Corte

DIAGRAMA DE PROCESOS EN FUNCIÓN DE LAS ACTIVIDADES (PROCESO DE CORTE DE CHOMPA)								
DESCRIPCION	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	S Í M B O L O S					
			○	⇒	D	□	◇	
No-								
1	PROVEEDOR/ES DE M.P.	450	120	→	↓			
2	TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA	450	15		↓			
3	BODEGA	6	45		↓			
4	DESDOBLAR TELA	1	5,32		→			
5	DOBLAR TELA EN CAPAS Y PONER EN MESA	2	8,83		←			
6	APLICAR MOLDES	-	2,18				↓	
7	MARCAR MOLDES EN TELA	-	2,57				↓	
8	CORTAR	-	6,55				↓	
9	ENVIAR A PROCESO DE ENSAMBLE	2	4		→			
				←				
TOTAL		911	209,45	1	2	1	6	-

Ilustración VI. Diagrama de Proceso de Corte de Chompa

Ilustración VII. Diagrama SIPOC de Corte de Chompa

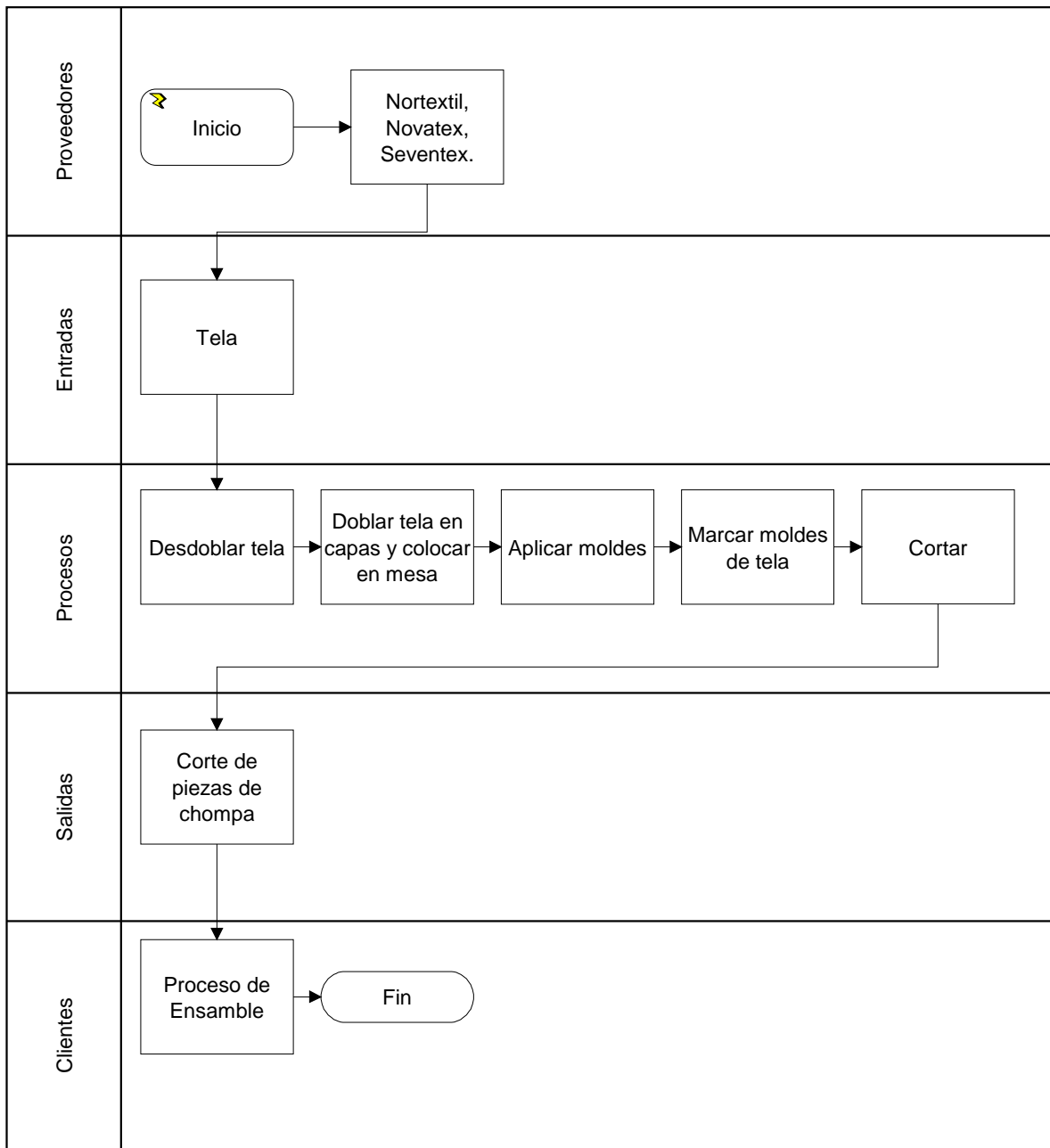
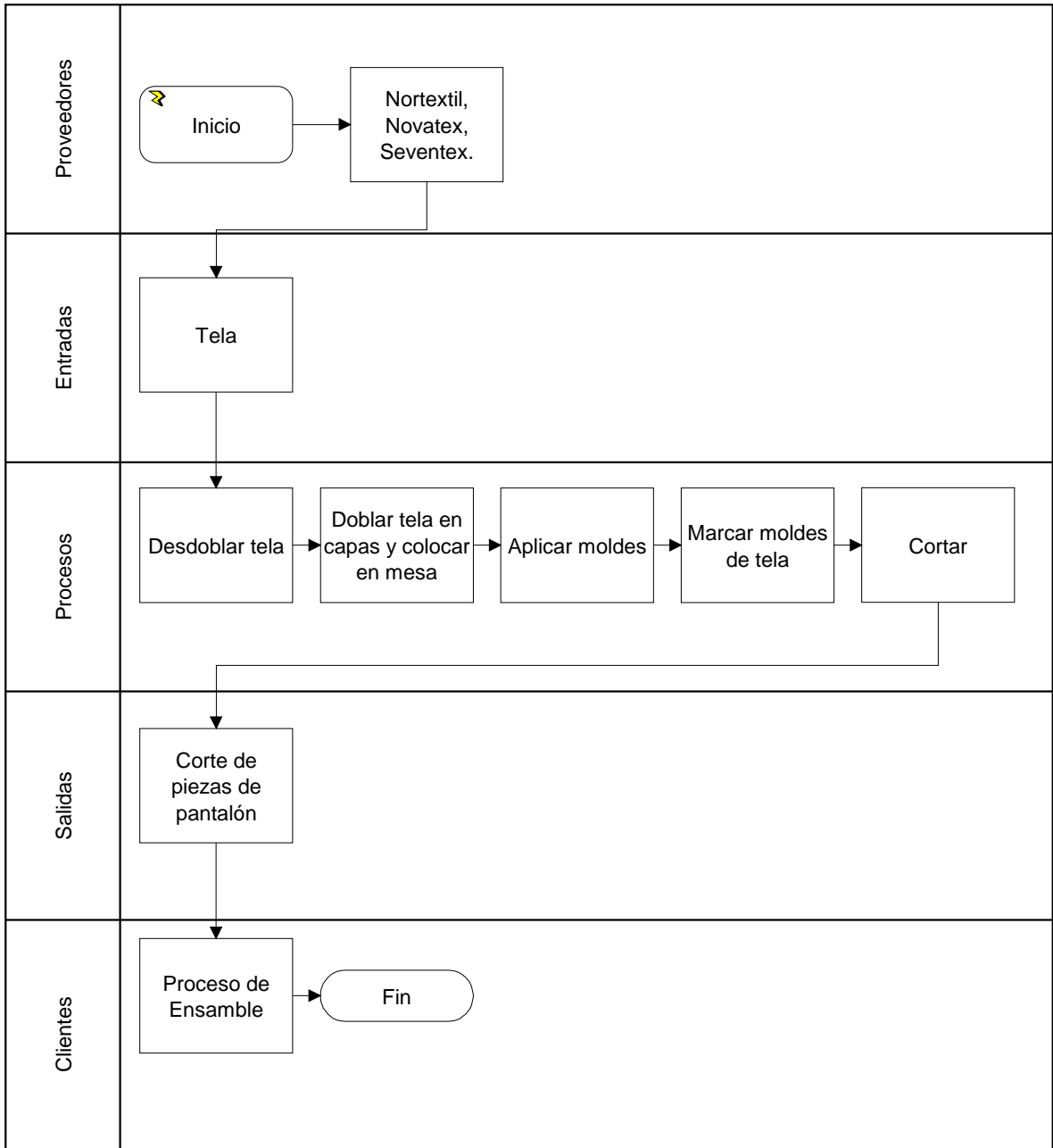


DIAGRAMA DE PROCESOS EN FUNCIÓN DE LAS ACTIVIDADES (PROCESO DE CORTE DE PANTALÓN)								
DESCRIPCION	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	S Í M B O L O S					
			○	⇒	D	□	◇	
No-								
1	PROVEEDOR/ES DE M.P.	450	120	→				
2	TRANSPORTE DE MATERIA PRIMA	450	15		↓			
3	BODEGA	6	45		↓			
4	DESDOBLAR TELA	1	1,76		→			
5	TENDER TELA	2	11,93		←			
6	APLICAR MOLDES	-	5,51				↓	
7	MARCAR MOLDES EN TELA	-	1,34				↓	
8	CORTAR	-	2,76				↓	
9	ENVIAR A PROCESO DE ENSAMBLE	2	4				↙	
	TOTAL	911	207,3	1	2	1	6	-

Ilustración VIII. Diagrama de Proceso de Corte de Pantalón

Ilustración IX. Diagrama SIPOC de Corte de Pantalón



4.1.2.1.3 Diagrama de Proceso de Ensamble

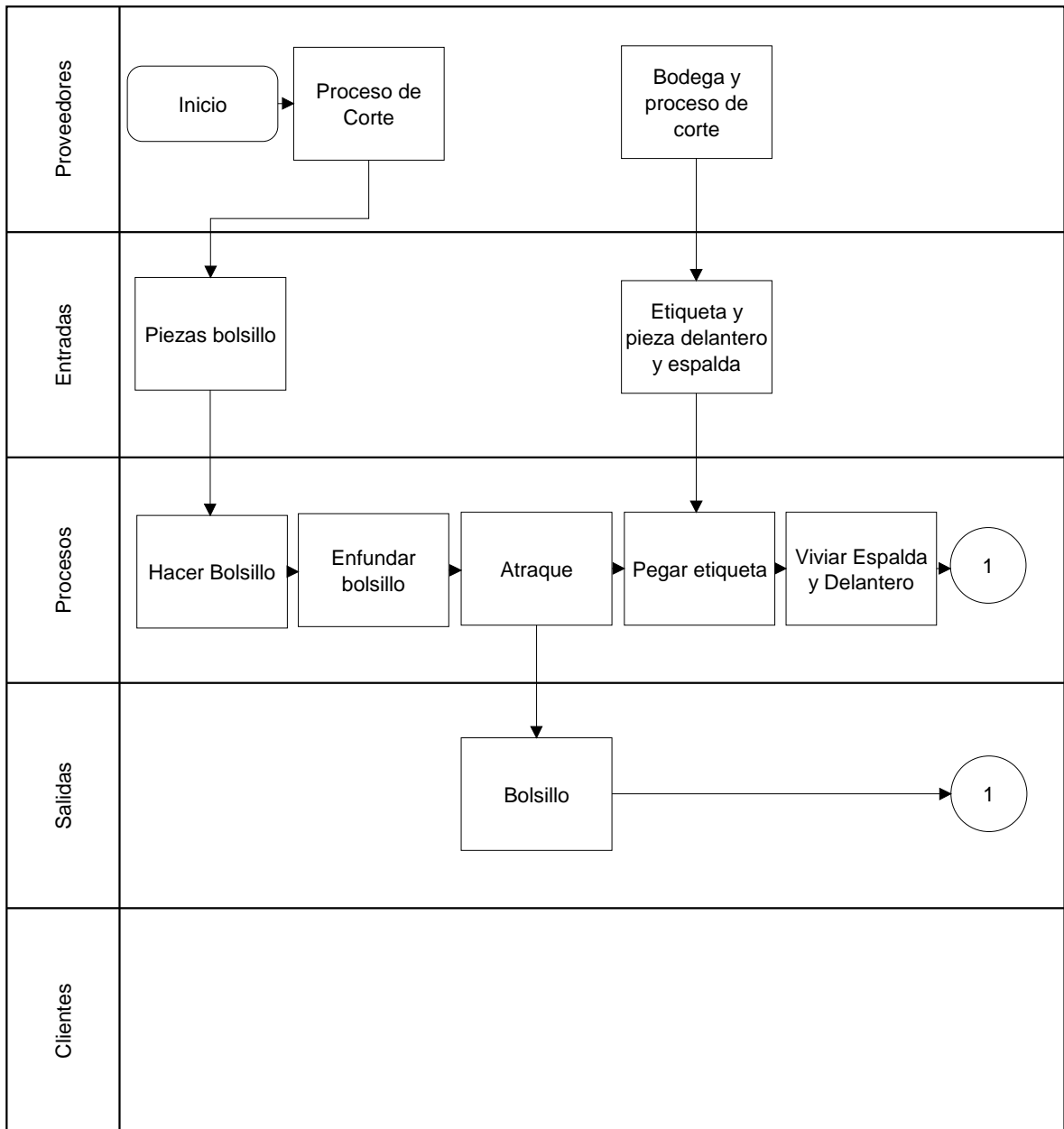
DIAGRAMA DE PROCESOS EN FUNCIÓN DE LAS ACTIVIDADES (PROCESO DE ENSAMBLE DE CHOMPA)								
DESCRIPCION	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	S Í M B O L O S					
			○	⇒	D	□	◇	
No-								
1	HACER BOLSILLO	2	2,40	→				
2	ENFUNDAR BOLSILLO	3	0,58		←			
3	ATRAQUE	3	1,00		←			
4	PEGAR ETIQUETA	-	0,55					↓
5	VIVIAR ESPALDA	3	0,59		←			
6	VIVIAR DELANTEROS	-	2,13					↓
7	PESPUNTE DE DELANTEROS	3	0,34		←			
8	PESPUNTE DE ESPALDA	-	0,28					↓
9	PLANCHAR ESPALDA	5	0,52		←			
10	PLANCHAR DELANTEROS	-	0,47					↓
11	UNIR ESPALDA CON FRENTES	2	0,26		←			
12	PESPUNTE DE ESPALDA CON FRENTES	3	0,19		←			
13	HACER PIQUETES	-	0,15					↓
14	PEGAR MANGAS	3	1,48		←			
15	PESPUNTES DE MANGAS	3	1,06		←			
16	UNIR MANGAS	3	0,52		←			
17	UNIR COSTADOS	-	0,48					↓
18	PEGAR 1 CUELLO	-	0,11					↓
19	PESPUNTE 1 CUELLO	3	0,16		←			
20	PEGAR 2 CUELLO	3	0,12		←			
21	PESPUNTE 2 CUELLO	3	0,15		←			
22	PEGAR 3 CUELLO	3	0,10		←			
23	PESPUNTE 3 CUELLO	3	0,17		←			



24	UNIR PIEZAS CUELLO CON SOLAPA	3	0,51					
25	UNIR BRAZOS CON PIEZAS	-	0,12					
26	PESPUNTE MANGAS	3	0,42					
27	CERRAR COSTADOS	3	1,46					
28	COGER ELÁSTICO	5	0,16					
29	MEDIR ELÁSTICO	5	0,09					
30	REMATE DE ELÁSTICO	-	0,27					
31	PEGAR ELÁSTICO EN PUÑO	3	0,31					
32	PEGAR CIERRE	-	1,24					
33	PESPUNTE CIERRE	3	1,20					
34	RECUBRIR PUÑOS	4	1,01					
35	RECUBRIR PATA	-	1,27					
	TOTAL	77	28,45	1	-	-	35	-

Ilustración X. Diagrama de Procesos de Ensamble de Chompa

Ilustración XI. Diagrama SIPOC de Proceso de Ensamble de Chompa 1



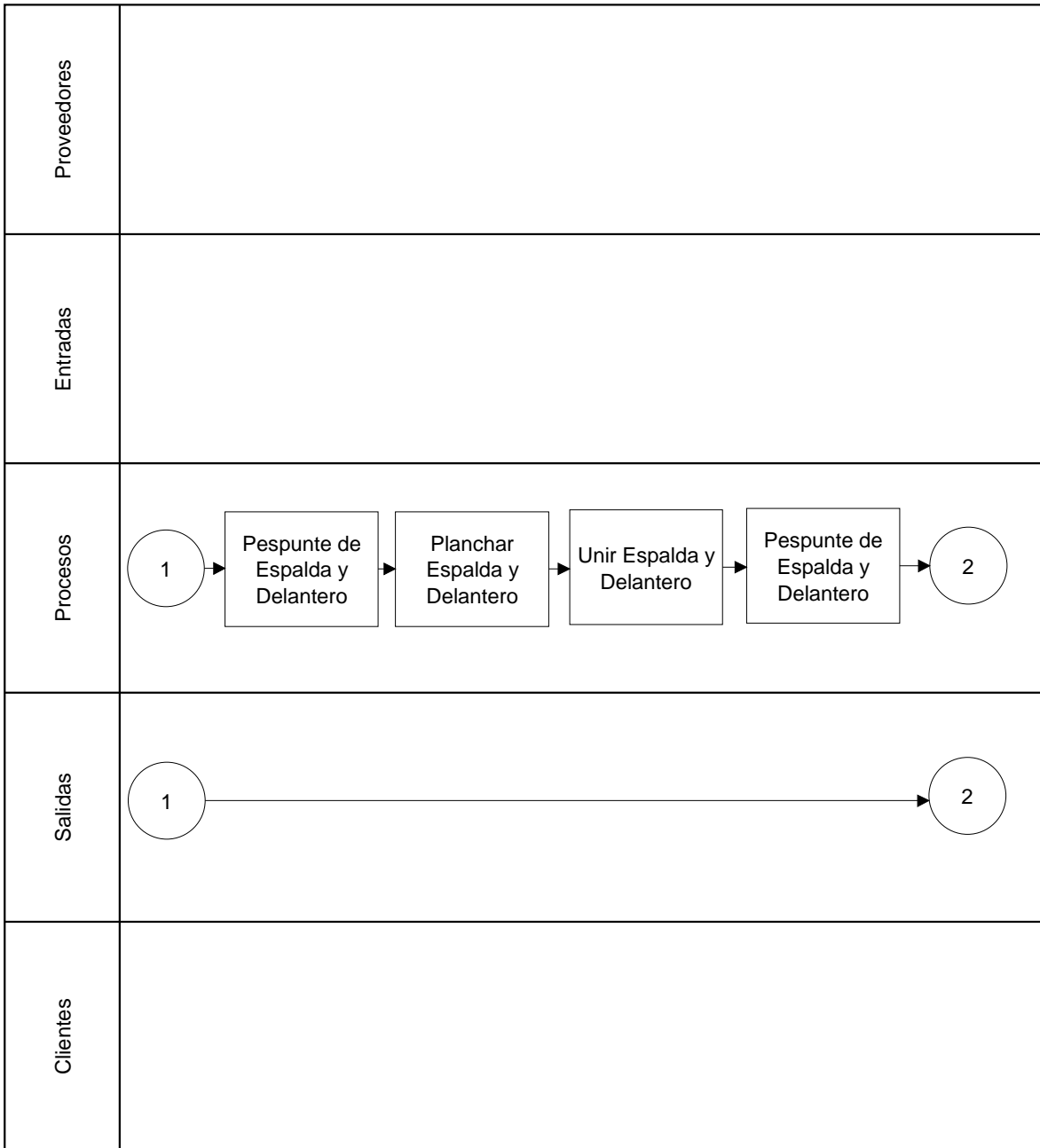


Ilustración XII. Diagrama SIPOC de Proceso de Ensamble de Chompa 2

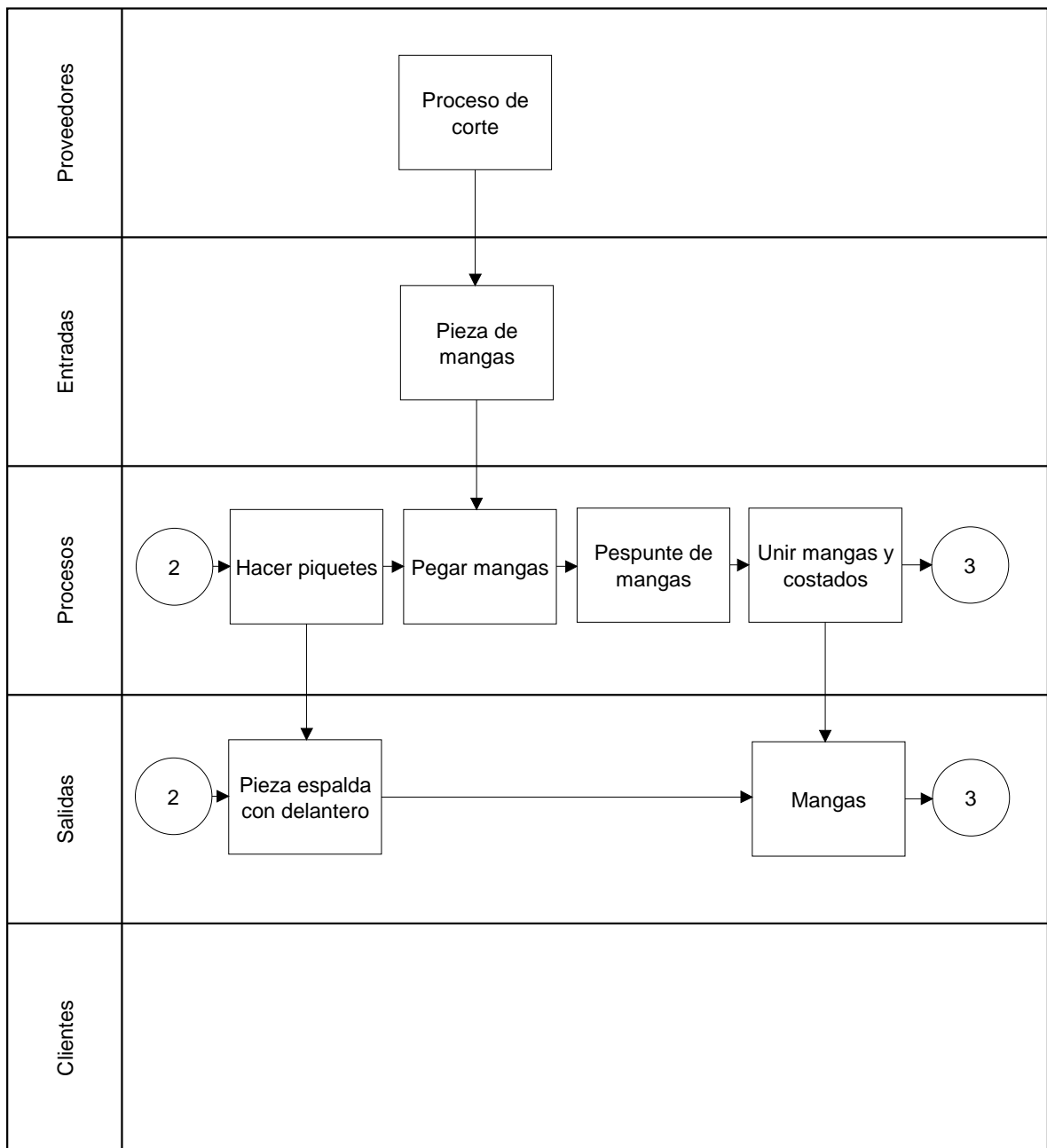
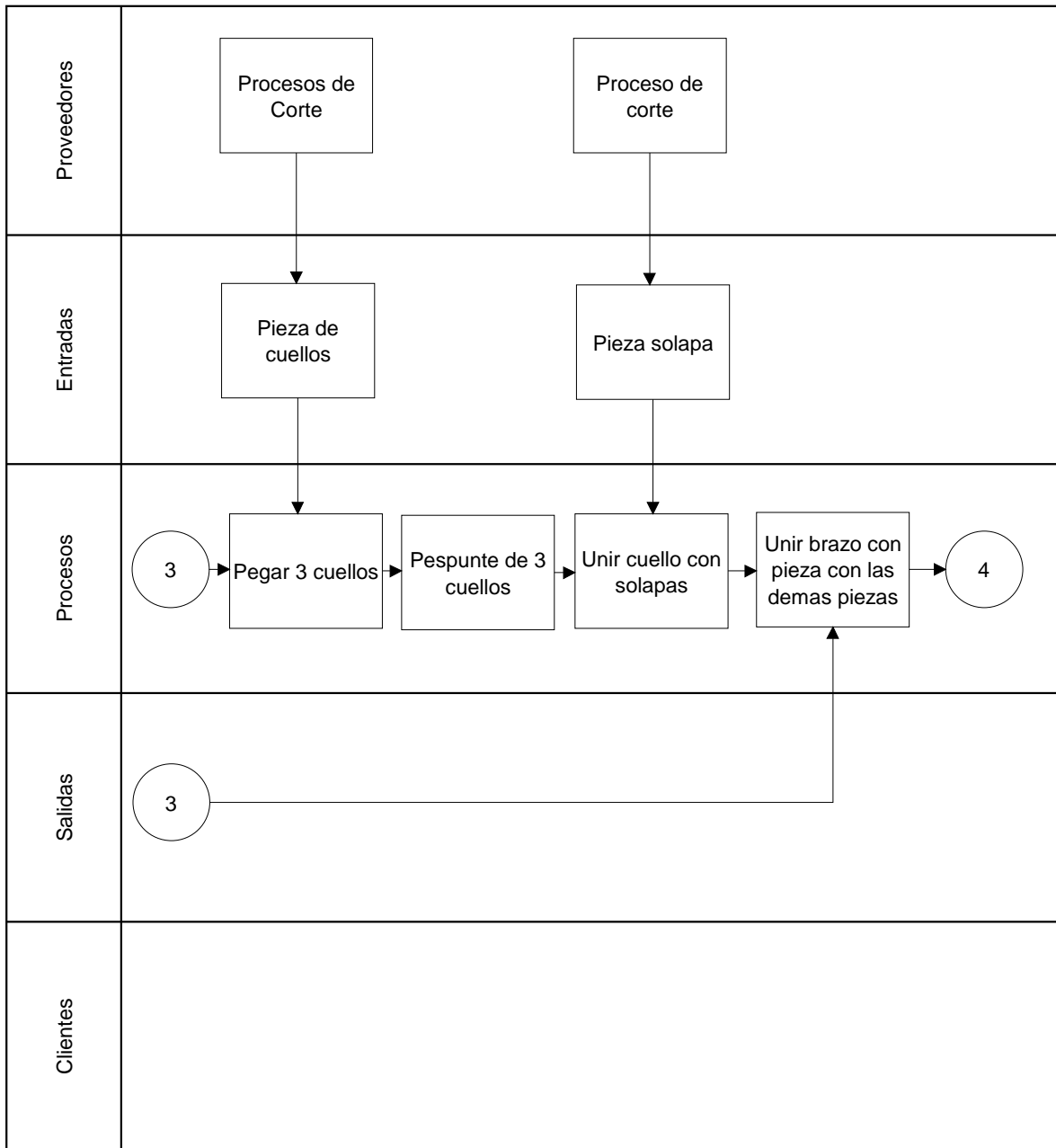


Ilustración XIII. Diagrama SIPOC de Proceso de Ensamble de Chompa 3

Ilustración XIV. Diagrama SIPOC de Proceso de Ensamble de Chompa 4



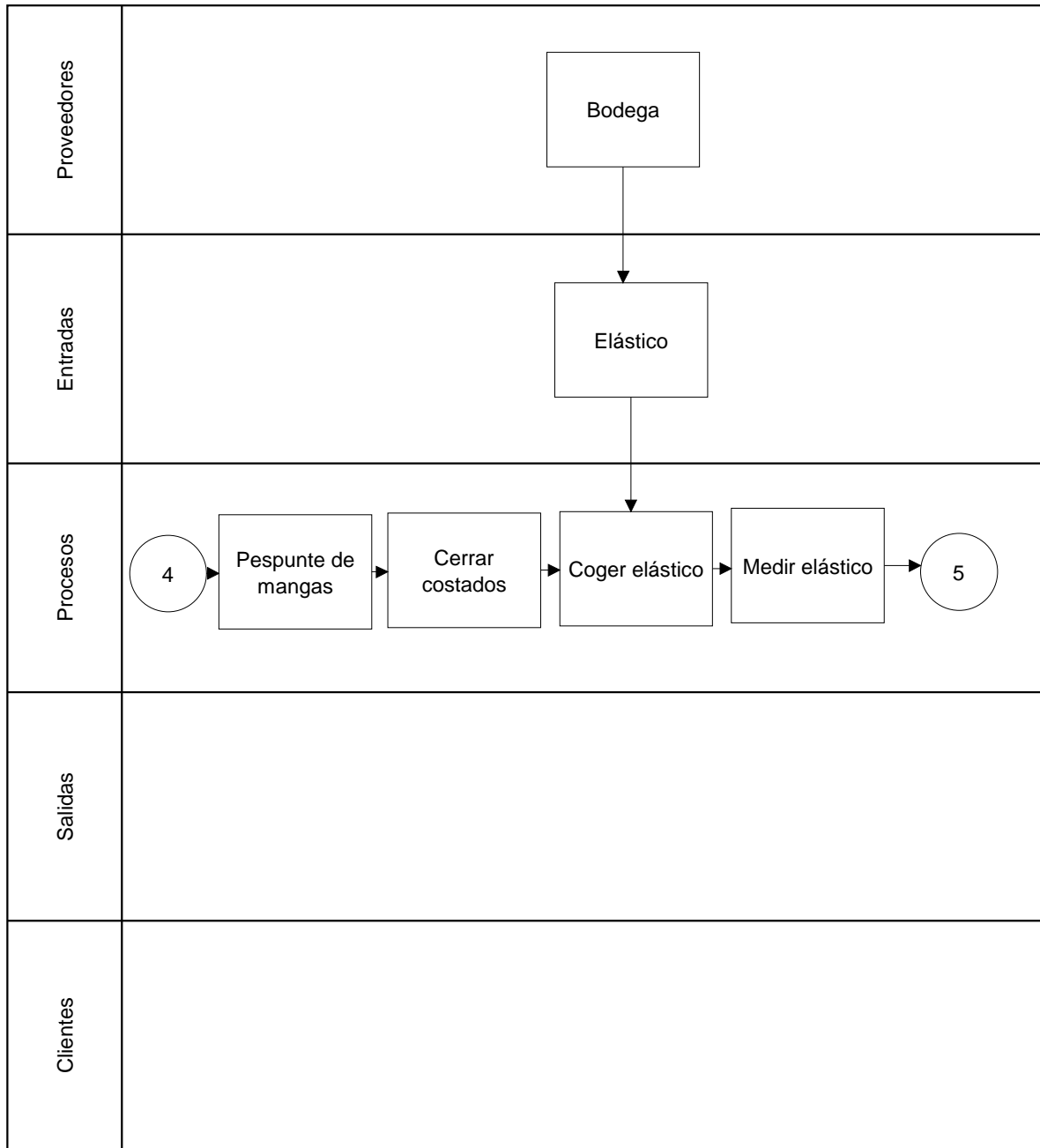


Ilustración XV. Diagrama SIPOC de Ensamble de Chompa 5

Ilustración XVI. Diagrama SIPOC de Proceso de Ensamble de Chompa 6

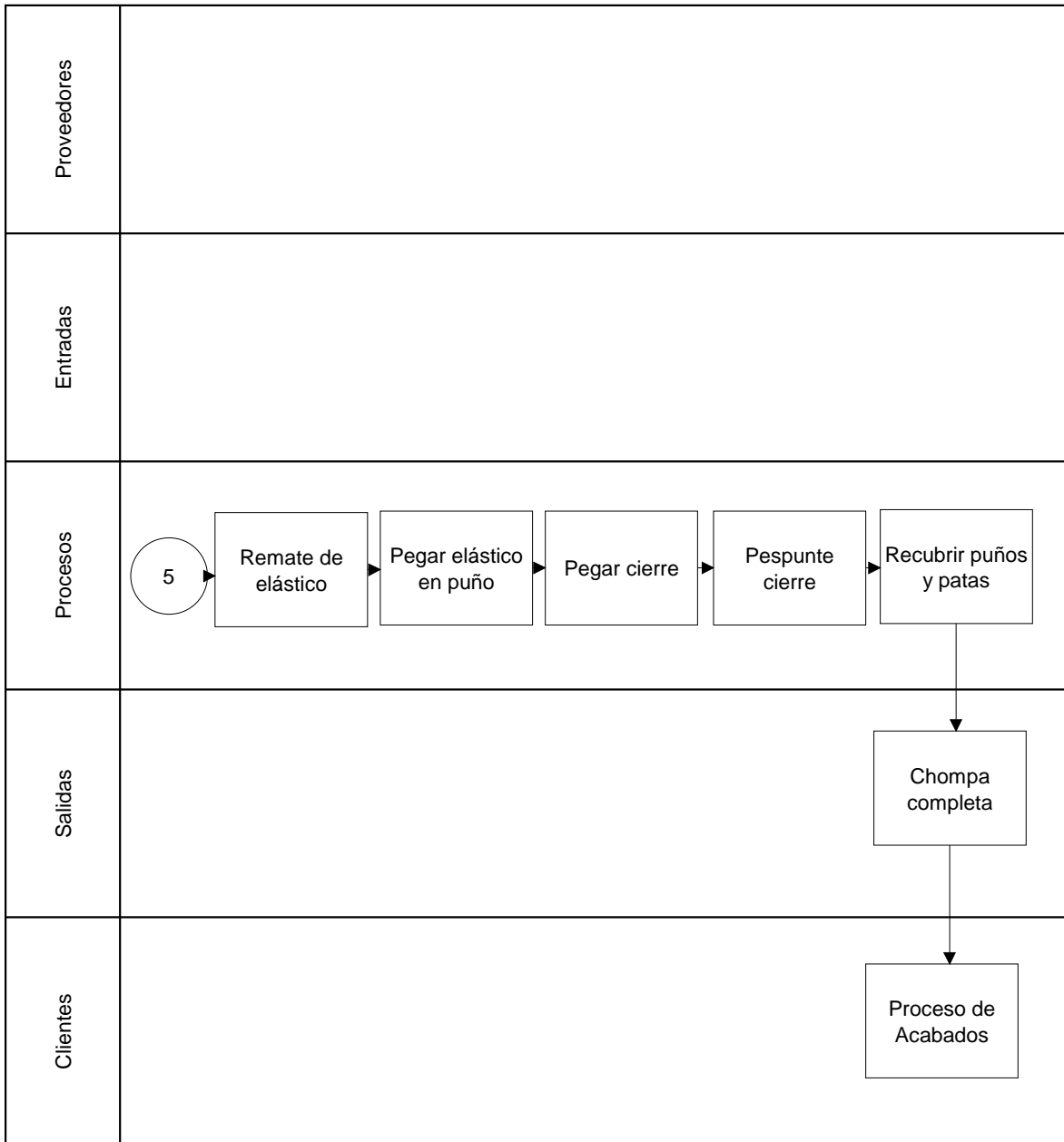
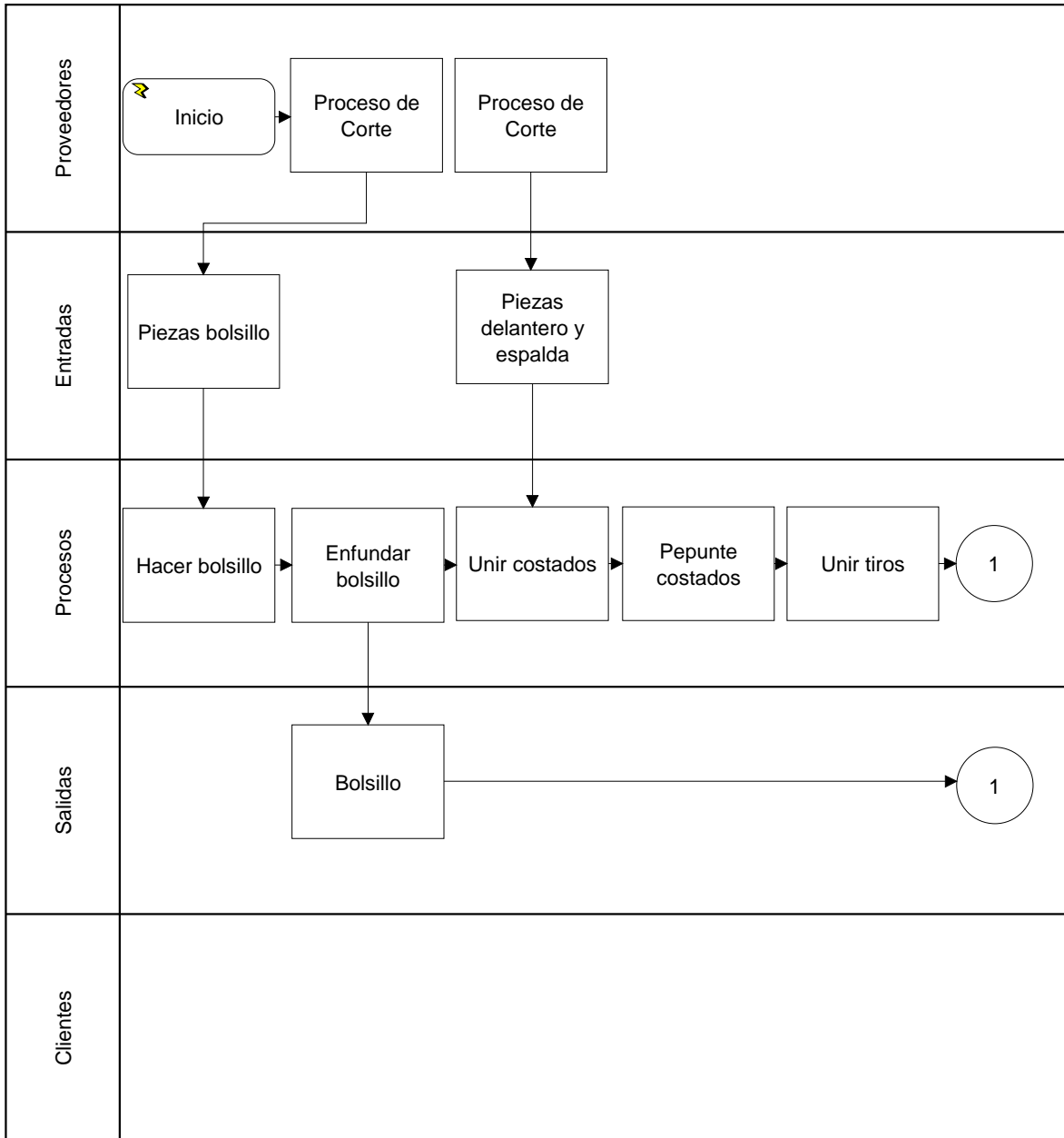


DIAGRAMA DE PROCESOS EN FUNCIÓN DE LAS ACTIVIDADES (PROCESO DE ENSAMBLE DE PANTALÓN)								
DESCRIPCION	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	S Í M B O L O S					
			○	⇒	D	□	◇	
No-								
1	HACER BOLSILLO	2	2,11	⇒				
2	ENFUNDAR BOLSILLO	3	0,58		⇒			
3	UNIR COSTADOS	-	1,54					
4	PESPUNTE COSTADOS	3	1,04		⇒			
5	UNIR TIROS	3	1,16		⇒			
6	PESPUNTE TIROS	3	0,42		⇒			
7	CORTAR ELÁSTICO	5	0,17		⇒			
8	COSER ELÁSTICO	5	0,11		⇒			
9	SEÑALAR ELÁSTICO	-	0,12					
10	PEGAR ELÁSTICO	3	1,06		⇒			
11	UNIR ENTREPIERNAS	-	0,46					
12	RECUBRIR ELÁSTICO	1	1,26		⇒			
13	RECUBRIR BASTAS	-	1,07					
14	PESPUNTE RESORTE	4	0,32		⇒			
15	PLANCHAR BORDES	5	1,06		⇒			
				⇒				
TOTAL		37	12,48	1	-	-	15	-

Ilustración XVII. Diagrama de Proceso de Ensamble de Pantalón

Ilustración XVIII. Diagrama SIPOC de Ensamble de Pantalón 1



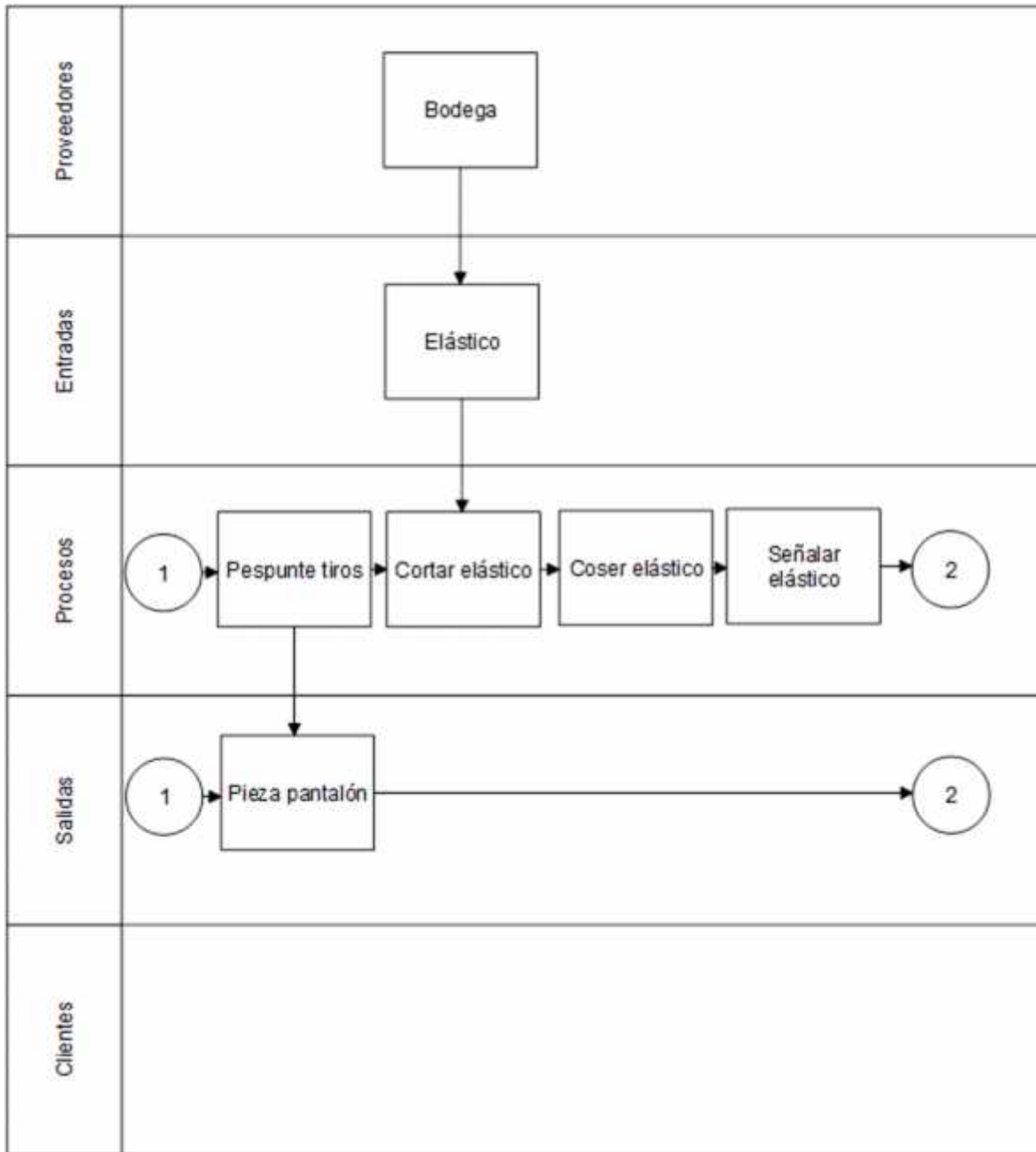


Ilustración XIX. Diagrama SIPOC de Ensamble de Pantalón 2

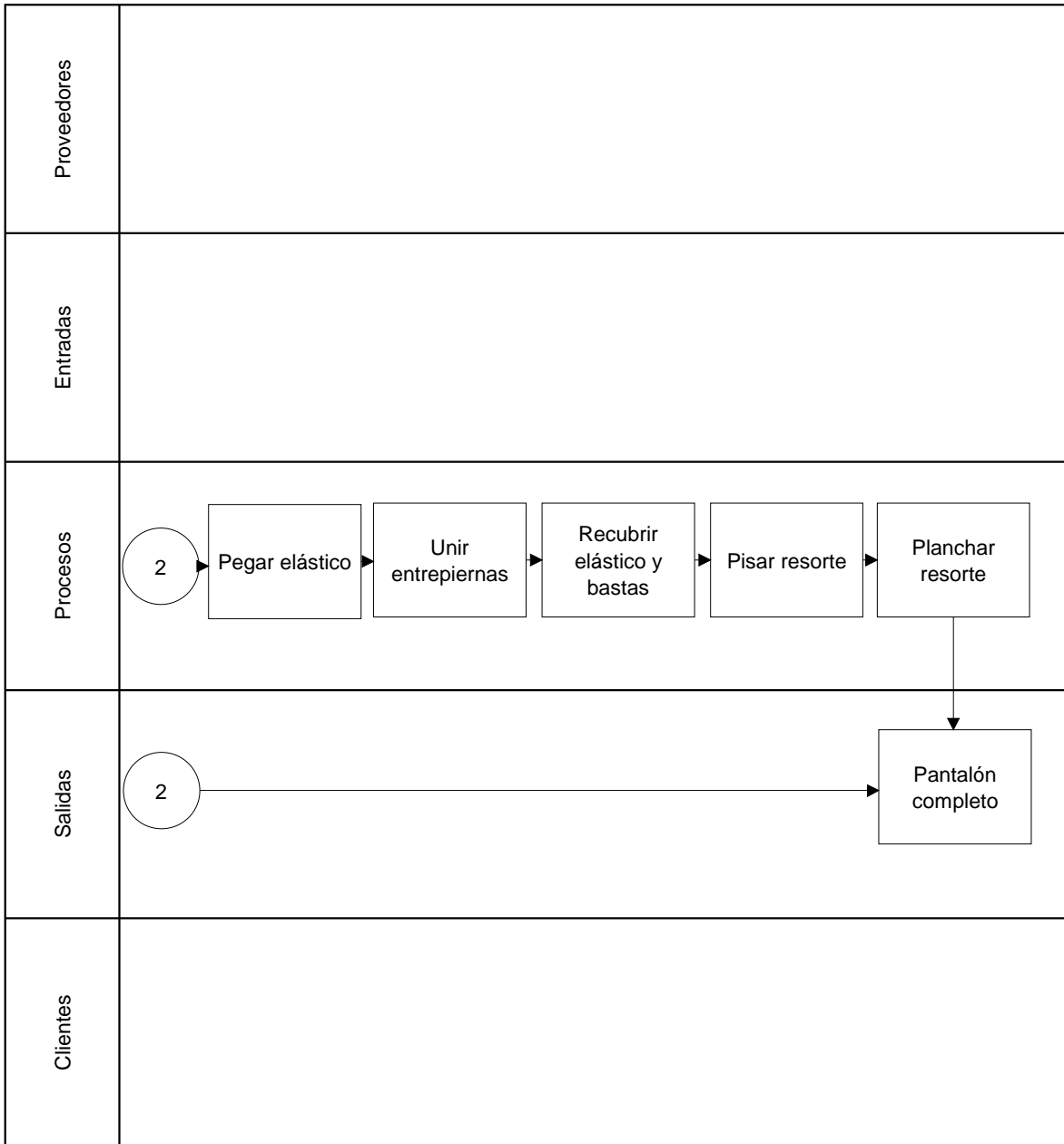


Ilustración XX. Diagrama SIPOC de Ensamble de Pantalón 3

DIAGRAMA DE PROCESOS EN FUNCIÓN DE LAS ACTIVIDADES (PROCESO DE ACABADOS DE CALENTADORES)							
DESCRIPCION	DISTANCIA (m)	TIEMPO (días)	S Í M B O L O S				
			○	⇒	D	□	◇
No-							
1	INTRODUCIR CORDÓN	5	0,50	⇒			
2	RESTABLECER CORDÓN A MEDIDA	-	0,10				↓
3	COLOCAR TOPES	-	0,18				↓
4	ENVIO A EMPAQUE	12	5,00	⇒			↓
5	CODIFICAR	-	0,09				↓
6	ETIQUETAR	-	0,15				↓
7	DOBLAR PRENDAS	-	0,58				↓
8	ENFUNDAR	-	0,36				↓
9	ETIQUETAR FUNDA	-	0,07				↓
				⇒			
TOTAL		17	8,38	1	1	-	5

Ilustración XXI. Diagrama de Proceso de Acabados de Calentador

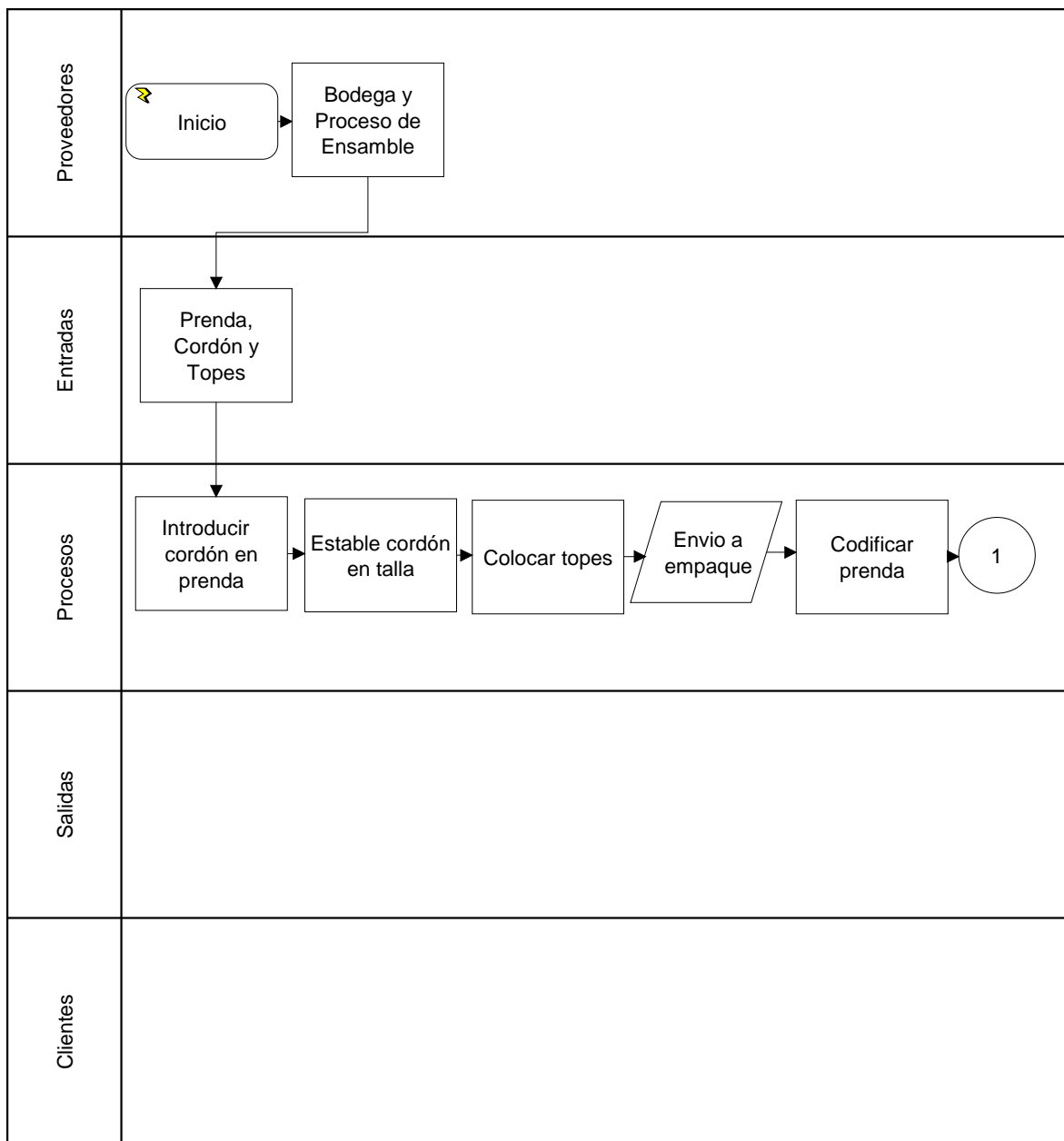


Ilustración XXII. Diagrama SIPOC de Acabados de Calentador 1

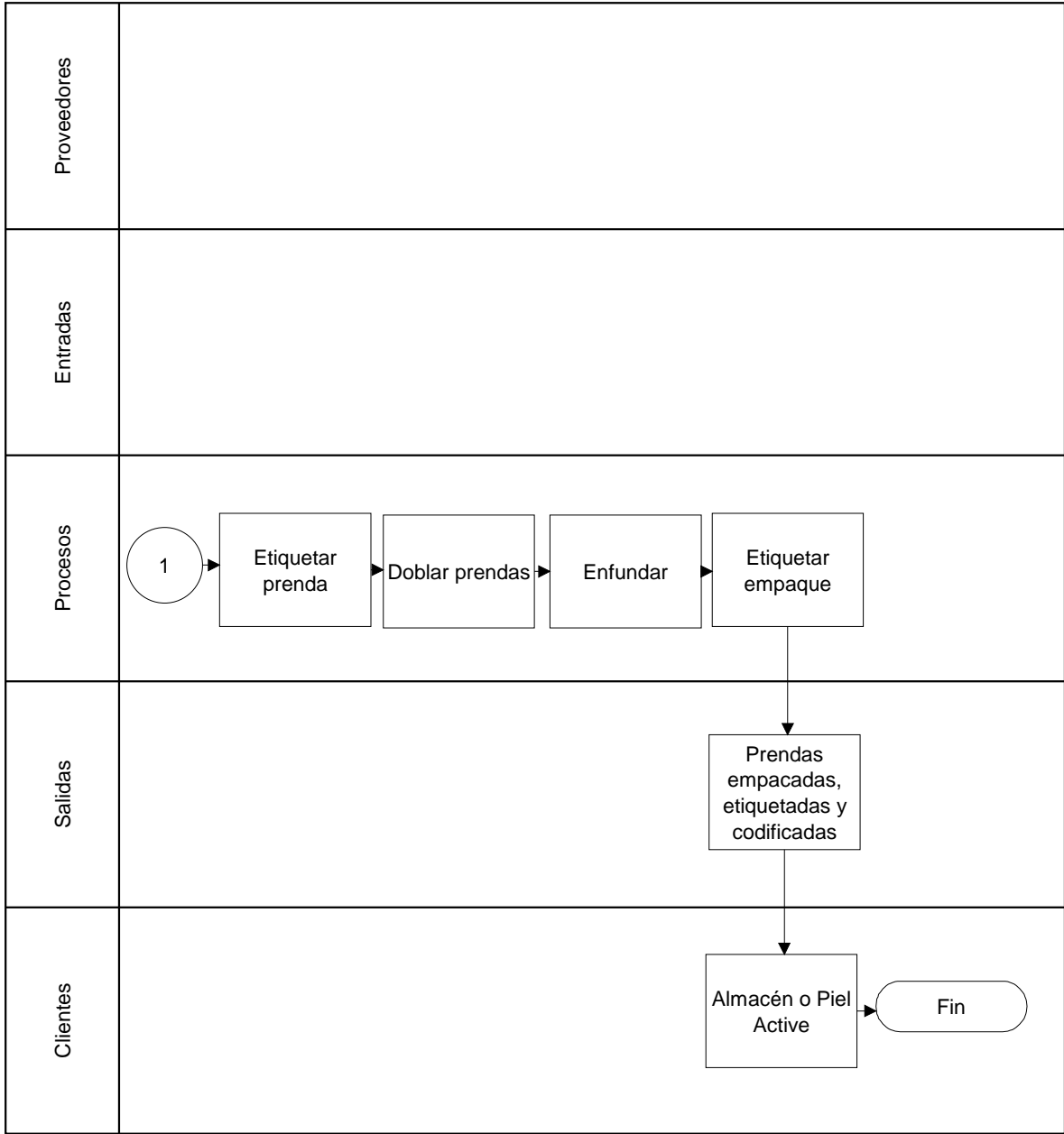


Ilustración XXIII. Diagrama SIPOC de Acabados de Calentador 2

4.1.3 CAPACIDAD DEL PROCESO ACTUAL

Los datos son muestrales de la situación actual de la empresa correspondiente al proceso de corte de calentadores:

Datos de muestras para el proceso de corte de Calentador Elicio talla (S) para hombre:

PIEZAS DE CHOMPA

Pieza Cuello 1

Tela: Diadora (color gris)

Dimensiones reales:

Largo superior: 60,0 cm.

Largo Inferior: 60,0 cm.

Ancho Superior: 13,0 cm.

Ancho Inferior: 13,0 cm.



Gráfico 1. Pieza cuello color gris

N°	Largo Superior (cm)	Largo Inferior (cm)	Ancho Superior (cm)	Ancho Inferior (cm)
1	60,4	60,5	13,0	13,4
2	60,0	60,0	13,0	13,4
3	60,2	60,0	13,0	13,6
4	60,0	60,0	13,0	13,4
5	60,3	60,1	13,2	13,3
6	60,6	60,4	13,4	13,4
7	60,6	60,4	13,2	13,5
8	60,3	60,0	13,4	13,3
9	60,1	60,0	13,9	13,1
10	60,4	60,3	13,2	13,0
11	60,6	60,3	13,1	13,3
12	60,0	60,1	13,1	13,0
13	60,5	60,0	13,2	13,1
14	60,7	60,4	13,2	13,0
15	60,7	60,4	13,2	13,1
16	60,4	60,1	13,2	13,1
Sumatoria	965,8	963,0	211,3	212,0
Valor Nominal	60,0	60,0	13,0	13,0
Media	60,363	60,188	13,206	13,250
Desviación Estándar	0,247	0,189	0,224	0,193
Considerando un intervalo de tolerancia de $\alpha=0.05$, donde el valor del punto crítico $Z_{\alpha/2}= 1,96$				
Extremo Inferior	59,8788	59,8175	12,7669	12,8717
Extremo Superior	60,8471	60,5584	13,645	13,6283
Índices Cp, Cpk y Cpm				
Índice Cp	0,6534	0,6533	0,6533	0,6533
Índice Cpi	0,6534	0,6534	0,6534	0,6533
Índice Cps	0,6533	0,6532	0,6533	0,6533
Índice Cpk	0,6533	0,6532	0,6533	0,6533
Valor $\frac{Cp}{Cpk}$	0,4390	0,2665	0,3043	0,3158
Índice Cpm	0,3676	0,4633	0,4809	0,3993

Cuadro 1. Capacidad Actual Pieza Cuello color gris

Pieza Cuello 2

Tela: Diadora (color tomate)

Dimensiones reales:

Largo superior: 60,0 cm.

Largo Inferior: 60,0 cm.

Ancho Superior: 4,0 cm.

Ancho Inferior: 4,0 cm.

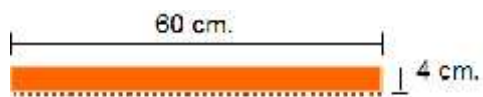


Gráfico 2. Pieza Cuello color tomate

N°	Largo Superior (cm)	Largo Inferior (cm)	Ancho Superior (cm)	Ancho Inferior (cm)
1	60,1	60,3	4,1	4,0
2	59,9	60,0	4,2	4,0
3	60,5	60,6	4,3	4,3
4	60,3	60,3	4,3	4,3
5	60,6	60,7	4,3	4,6
6	60,6	60,9	4,6	4,3
7	60,3	60,2	4,2	4,5
8	60,2	60,3	4,5	4,4
9	60,6	60,9	4,3	4,3
10	60,1	61,0	4,3	4,4

11	61,0	60,6	4,2	4,2
12	60,7	60,7	4,2	4,3
13	60,6	60,5	4,1	4,1
14	60,0	59,8	4,0	4,1
15	61,0	60,7	4,3	4,5
16	60,8	61,0	4,3	4,4
Sumatoria	967,3	968,5	68,2	68,7
Valor Nominal	60,0	60,0	4,0	4,0
Media	60,456	60,531	4,263	4,294
Desviación Estándar	0,341	0,355	0,146	0,177
Considerando un intervalo de tolerancia de $\pm 0,05$, donde el valor del punto crítico $Z / 2 = 1,96$				
Extremo Inferior	59,7876	59,8352	3,9768	3,9471
Extremo Superior	61,1244	61,2268	4,5492	4,6409
Índices Cp, Cpk y Cpm				
Índice Cp	0,6534	0,6533	0,6534	0,6533
Índice Cpi	0,6534	0,6533	0,6534	0,6533
Índice Cps	0,6534	0,6533	0,6534	0,6533
Índice Cpk	0,6534	0,6533	0,6534	0,6533
Valor \bar{x}	0,5694	0,6387	0,3008	0,3431
Índice Cpm	0,3913	0,3631	0,3171	0,3370

Cuadro 2. Capacidad Actual Pieza Cuello color tomate

Pieza Cuello 3

Tela: Diadora (color negro)

Dimensiones reales:

Largo superior: 60,0 cm.

Largo Inferior: 60,0 cm.

Ancho Superior: 5,0 cm.

Ancho Inferior: 5,0 cm.

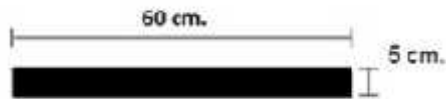


Gráfico 3. Pieza Cuello color negro

N°	Largo Superior (cm)	Largo Inferior (cm)	Ancho Superior (cm)	Ancho Inferior (cm)
1	60,4	60,5	5,2	5,3
2	60,7	60,5	5,2	5,4
3	60,5	60,3	5,2	5,3
4	60,5	60,3	5,1	5,3
5	60,3	60,5	5,1	5,0
6	60,6	60,5	5,3	5,2
7	60,5	60,4	5,3	5,0
8	60,5	60,5	5,3	5,0
9	60,5	60,2	5,1	5,1
10	60,6	60,4	5,2	5,2
11	60,4	60,5	5,2	5,1
12	60,3	60,4	5,2	5,2
13	60,2	60,3	5,3	5,4
14	60,3	60,2	5,3	5,3
15	60,1	60,3	5,3	5,3
16	60,3	60,1	5,4	5,4
Sumatoria	966,7	965,9	83,7	83,5
Valor Nominal	60,0	60,0	5,0	5,0
Media	60,419	60,369	5,231	5,219
Desviación Estándar	0,160	0,130	0,087	0,142
Considerando un intervalo de tolerancia de $\alpha=0.05$, donde el valor del punto crítico $Z_{\alpha/2}= 1,96$				
Extremo Inferior	60,1054	60,1142	5,0605	4,9407
Extremo Superior	60,7326	60,6238	5,4015	5,4973
Índices Cp, Cpk y Cpm				
Índice Cp	0,6533	0,6533	0,6532	0,6533

Índice Cpi	0,6533	0,6533	0,6532	0,6533
Índice Cps	0,6533	0,6533	0,6532	0,6533
Índice Cpk	0,6533	0,6533	0,6532	0,6533
Valor \bar{x}	0,4485	0,6387	0,2468	0,261
Índice Cpm	0,2331	0,1329	0,2303	0,3614

Cuadro 3. Capacidad Actual Pieza Cuello color negro

Pieza Lateral delantero

Tela: Diadora (color negro)

Dimensiones reales:

Largo Externo: 47,4 cm.

Largo Interno: 30,0 cm.

Ancho Superior: 20,0 cm.

Ancho Inferior: 13,5 cm.

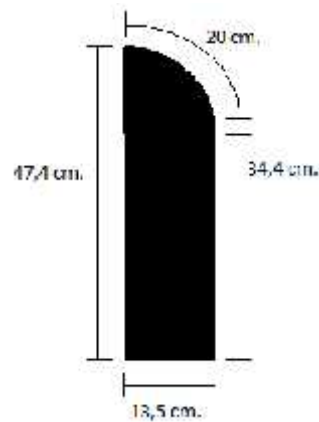


Gráfico 4. Pieza lateral delantero color negro

N°	Largo Externo (cm)	Largo Interno (cm)	Ancho Superior (cm)	Ancho Inferior (cm)
----	-----------------------	-----------------------	------------------------	------------------------

1	48,2	30,5	20,3	13,7
2	48,1	30,4	20,3	13,6
3	48,1	30,2	20,8	13,7
4	47,9	30,2	20,3	13,7
5	47,7	30,2	20,0	13,6
6	47,4	30,0	19,9	13,9
7	47,9	30,0	19,5	13,7
8	47,7	30,0	20,1	13,7
9	48,1	30,2	20,7	15,0
10	47,9	30,0	20,6	14,9
11	48,2	30,1	20,7	14,7
12	48,0	30,0	20,6	15,7
13	48,1	30,3	20,5	14,4
14	48,0	30,0	20,8	14,4
15	48,2	30,5	20,7	14,2
16	47,9	30,1	20,6	14,0
17	48,4	30,1	21,3	14,1
18	48,5	30,1	21,6	14,2
19	48,0	30,5	21,0	14,5
20	48,0	30,1	21,1	14,5
21	48,1	30,4	21,1	14,7
22	48,1	30,2	21,3	14,7
23	47,5	30,3	21,0	14,9
24	47,6	30,7	20,6	15,0
25	47,0	30,4	19,9	14,4
26	47,1	30,3	19,6	14,4
27	47,2	30,4	19,9	14,2
28	47,1	30,4	19,7	14,2
29	47,1	30,3	19,8	14,2
30	47,3	30,2	19,9	14,2
31	47,7	30,3	20,4	14,3
32	47,6	30,3	20,2	14,2
Sumatoria	1529,7	967,7	654,8	457,6

Valor Nominal	47,4	30,0	20,0	13,5
Media	47,803	30,241	20,463	14,300
Desviación Estándar	0,408	0,181	0,539	0,489
Considerando un intervalo de tolerancia de $\alpha=0.05$, donde el valor del punto crítico $Z_{\alpha/2}= 1,96$				
Extremo Inferior	47,0033	29,8862	19,4065	13,3415
Extremo Superior	48,6027	30,5957	21,5194	15,2584
Índices Cp, Cpk y Cpm				
Índice Cp	0,6533	0,6533	0,6533	0,6533
Índice Cpi	0,6533	0,6534	0,6534	0,6534
Índice Cps	0,6533	0,6532	0,6533	0,6533
Índice Cpk	0,6533	0,6532	0,6533	0,6533
Valor \bar{C}_p	0,5734	0,3014	0,7105	0,5505
Índice Cpm	0,4699	0,3923	0,4956	0,5795

Cuadro 4. Capacidad Actual de Pieza lateral delantero

Pieza Lateral espalda

Tela: Diadora (color negro)

Dimensiones reales:

Largo Externo: 47,4 cm.

Largo Interno: 30,0 cm.

Ancho Superior: 20,0 cm.

Ancho Inferior: 13,5 cm.

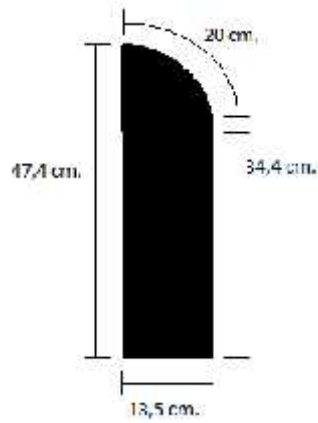


Gráfico 5. Pieza lateral espalda

N°	Largo Externo (cm)	Largo Interno (cm)	Ancho Superior (cm)	Ancho Inferior (cm)
1	47,7	30,0	20,2	13,7
2	47,9	30,1	20,0	13,7
3	47,9	30,1	20,2	13,9
4	47,5	30,0	20,0	13,8
5	48,3	30,2	20,9	14,0
6	48,2	30,1	21,0	14,0
7	48,1	30,2	20,5	14,0
8	48,2	30,3	21,0	14,0
9	48,0	30,4	20,7	14,2
10	48,1	30,3	20,8	14,2
11	48,0	30,5	20,7	14,3
12	48,4	30,2	21,1	14,2
13	47,1	30,0	20,0	13,8
14	47,3	29,8	20,3	14,0
15	47,3	29,9	20,1	13,8
16	47,3	29,9	19,9	13,8
17	47,3	30,1	20,0	13,8
18	47,5	30,0	20,3	13,8
19	47,3	29,9	19,8	14,0
20	47,1	29,8	20,0	14,0

21	47,3	30,0	19,7	14,2
22	47,5	30,0	20,1	14,3
23	48,1	30,1	20,4	14,4
24	47,8	30,0	20,1	14,3
25	47,8	29,9	20,2	14,2
26	47,8	29,9	20,4	14,3
27	47,7	29,9	20,7	14,4
28	47,7	29,8	20,2	14,5
29	48,0	30,5	20,5	13,6
30	48,0	30,5	20,4	13,7
31	48,0	30,5	20,2	13,5
32	48,2	30,4	20,5	13,5
Sumatoria	1528,4	963,3	650,9	447,9
Valor Nominal	47,4	30,0	20,0	13,5
Media	47,763	30,103	20,341	13,997
Desviación Estándar	0,373	0,221	0,368	0,273
Considerando un intervalo de tolerancia de $\alpha=0.05$, donde el valor del punto crítico $Z_{\alpha/2}= 1,96$				
Extremo Inferior	47,0319	29,6698	19,6197	13,4619
Extremo Superior	48,4941	30,5361	21,0623	14,5321
Índices Cp, Cpk y Cpm				
Índice Cp	0,6533	0,6533	0,6533	0,6533
Índice Cpi	0,6533	0,6534	0,6533	0,6533
Índice Cps	0,6533	0,6532	0,6533	0,6533
Índice Cpk	0,6533	0,6532	0,6533	0,6533
Valor $\frac{Cp}{Cpk}$	0,5204	0,2438	0,5017	0,5505
Índice Cpm	0,4683	0,5922	0,4792	0,3240

Cuadro 5. Capacidad Actual Pieza lateral espalda

Pieza Mangas

Tela: Diadora (color gris)

Dimensiones reales:

Largo Superior: 55,0 cm.

Largo Inferior: 49,5 cm.

Ancho Superior: 20,0 cm.

Ancho Inferior: 15,0 cm.

Contorno Siza: 25,0 cm.

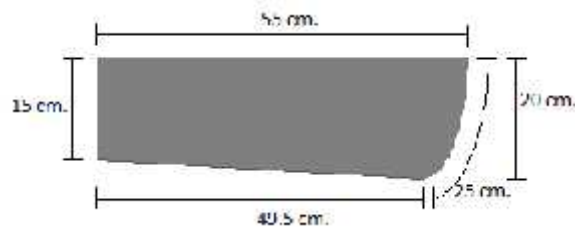



Gráfico 6. Pieza Mangas

N°	Largo Superior (cm)	Largo Inferior (cm)	Ancho Superior (cm)	Ancho Inferior (puño) (cm)	Contorno siza (cm)
1	55,7	50,4	20,3	15,7	25,8
2	56,5	51,0	20,1	15,7	25,6
3	56,0	50,5	20,3	15,3	25,7
4	56,3	50,7	20,0	15,5	25,6
5	56,2	50,5	20,0	15,5	25,3
6	56,5	51,5	20,2	15,4	25,7
7	56,4	50,6	20,1	15,5	25,5
8	56,2	50,9	20,1	15,4	25,8
9	55,8	50,4	20,4	15,9	26,0
10	56,4	50,7	20,6	15,7	25,9
11	56,1	50,7	20,5	15,5	25,6
12	56,0	50,6	20,6	15,6	26,0
13	55,9	50,7	20,5	15,6	26,0
14	56,1	50,7	20,6	15,5	26,0
15	56,4	51,0	20,5	15,6	26,0
16	56,0	50,4	20,5	15,9	25,4
17	56,0	50,6	20,4	15,8	25,9

18	55,9	50,8	21,0	15,8	26,0
19	56,3	50,8	20,9	16,0	25,9
20	57,2	51,1	20,8	16,1	26,0
21	56,5	50,7	20,8	15,5	26,1
22	55,6	50,5	21,1	17,0	25,0
23	55,7	50,4	20,3	15,7	25,8
24	56,5	51,0	20,1	15,7	25,6
25	56,0	50,5	20,3	15,3	25,7
26	56,3	50,7	20,0	15,5	25,6
27	56,2	50,5	20,0	15,5	25,3
28	56,5	51,5	20,2	15,4	25,7
29	56,4	50,6	20,1	15,5	25,5
30	56,2	50,9	20,1	15,4	25,8
31	55,8	50,4	20,4	15,4	26,0
32	56,4	50,7	20,6	15,4	25,9
Sumatoria	1798,0	1623,0	652,4	500,3	823,7
Valor Nominal	55,0	49,5	20,0	15,0	25,0
Media	56,188	50,719	20,386	15,634	25,740
Desviación Estándar	0,324	0,283	0,307	0,319	0,258
Considerando un intervalo de tolerancia de $\alpha=0.05$, donde el valor del punto crítico $Z_{\alpha/2}= 1,96$					
Extremo Inferior	55,5529	50,1643	19,7843	15,0087	25,2343
Extremo Superior	56,8230	51,2737	20,9877	16,2592	26,2457
Índices Cp, Cpk y Cpm					
Índice Cp	0,6533	0,6533	0,6533	0,6533	0,6533
Índice Cpi	0,6534	0,6533	0,6533	0,6534	0,6533
Índice Cps	0,6533	0,6533	0,6533	0,6533	0,6533
Índice Cpk	0,6533	0,6533	0,6533	0,6533	0,6533
Valor 	1,2313	1,2514	0,4931	0,7097	0,7836
Índice Cpm	0,1719	0,1477	0,4067	0,2936	0,215101rr

Cuadro 6. Capacidad Actual de Pieza Mangas

Pieza Bolsillos

Tela: Diadora (color gris)

Dimensiones reales:

Largo Externo: 21,6 cm.

Largo Interno: 18,0 cm.

Ancho Superior: 5,3 cm.

Ancho Inferior: 11,5 cm.

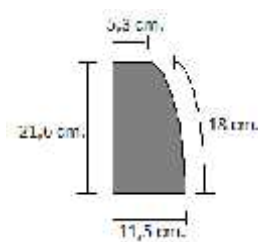


Gráfico 7. Pieza Bolsillos

N°	Largo Externo (cm)	Largo Interno (cm)	Ancho Superior (cm)	Ancho Inferior (cm)
1	22,3	18,9	5,0	11,7
2	22,2	19,0	5,2	11,7
3	22,3	19,3	5,2	11,9
4	22,2	18,9	5,2	11,5
5	22,2	19,1	5,3	11,5
6	22,3	19,1	5,4	11,6
7	22,1	19,1	5,4	11,5
8	22,2	18,9	5,4	11,5
9	22,0	20,0	5,3	10,5
10	21,7	20,3	5,3	10,2
11	22,1	20,0	5,3	10,3
12	21,6	20,0	5,3	10,2
13	22,0	17,8	6,0	12,1
14	22,4	18,0	6,3	12,2
15	22,3	17,3	6,5	12,0

16	22,2	17,5	6,4	11,7
17	22,0	18,1	4,4	11,2
18	22,0	18,2	5,0	11,4
19	22,2	18,0	4,5	11,0
20	21,8	17,9	4,4	11,1
21	21,8	18,6	6,4	10,7
22	22,2	18,5	6,2	10,5
23	22,1	18,9	6,4	10,8
24	22,0	18,5	6,3	10,7
25	22,4	20,7	5,0	10,6
26	22,3	20,5	5,0	10,7
27	22,8	20,0	5,0	10,7
28	22,2	19,7	5,0	11,0
29	22,5	18,8	4,2	11,7
30	22,7	19,2	5,0	11,7
31	22,3	19,8	5,0	11,8
32	22,3	19,5	4,3	11,7
Sumatoria	709,7	608,1	170,6	359,4
Valor Nominal	21,6	18,0	5,3	11,5
Media	22,178	19,003	5,331	11,232
Desviación Estándar	0,254	0,886	0,662	0,588
Considerando un intervalo de tolerancia de $\pm 0,05$, donde el valor del punto crítico $Z / 2 = 1,96$				
Extremo Inferior	21,6802	17,2664	4,0335	10,0795
Extremo Superior	22,6758	20,7395	6,6285	12,3845
Índices Cp, Cpk y Cpm				
Índice Cp	0,6533	0,6533	0,6533	0,6533
Índice Cpi	0,6533	0,6533	0,6534	0,6533
Índice Cps	0,6533	0,6533	0,6533	0,6533
Índice Cpk	0,6533	0,6533	0,6533	0,6533
Valor $\frac{Cp}{Cpk}$	0,6613	1,3382	0,6627	0,6461
Índice Cpm	0,2509	0,4325	0,6526	0,5946

Cuadro 7. Capacidad Actual Pieza Bolsillos.

Pieza Delantero

Tela: Diadora (color gris)

Dimensiones reales:

Largo Externo: 46,0 cm.

Largo Interno: 53,9 cm.

Ancho Inferior: 15,1 cm.

Cuello: 12,2 cm.

Hombro: 14,6 cm.

Contorno Siza: 14,1 cm.

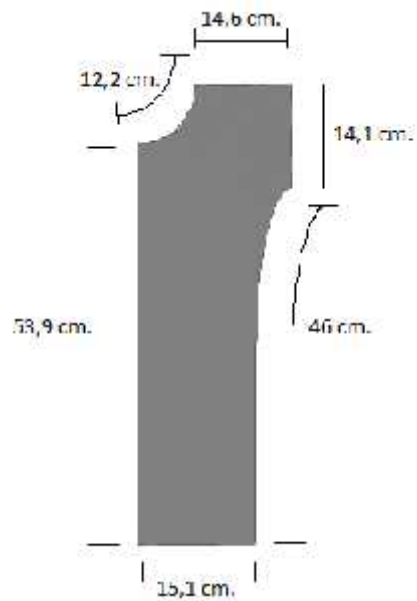


Gráfico 8. Pieza Delantero.

N°	Largo Externo (cm)	Largo Interno (cm)	Ancho Inferior (cm)	Cuello (cm)	Hombro (cm)	Contorno siza (cm)
1	46,3	55,0	15,8	11,8	14,8	15,0

2	46,1	55,0	15,7	12,1	14,7	14,9
3	44,5	53,8	15,1	12,7	15,5	16,1
4	44,5	53,9	15,0	13,0	15,5	16,0
5	45,0	54,1	15,3	12,6	15,4	15,4
6	45,1	54,1	15,3	12,6	15,2	15,5
7	45,2	54,1	15,1	12,7	15,2	15,5
8	45,0	53,9	15,2	12,7	15,5	15,6
9	45,0	53,9	15,2	12,8	15,4	15,8
10	44,7	53,9	15,2	12,7	15,4	15,7
11	44,7	54,1	15,1	12,8	15,3	15,7
12	44,7	53,9	15,2	12,9	15,4	15,9
13	44,8	53,8	15,2	12,8	15,3	15,7
14	44,9	54,2	15,2	12,7	15,3	16,0
15	45,0	54,0	15,3	12,8	15,5	15,8
16	45,0	54,1	15,2	13,0	15,5	16,0
17	46,3	55,0	15,8	11,8	14,8	15,0
18	46,1	55,0	15,7	12,1	14,7	14,9
19	44,5	53,8	15,1	12,7	15,5	16,1
20	44,5	53,9	15,0	13,0	15,5	16,0
21	45,0	54,1	15,3	12,6	15,4	15,4
22	45,1	54,1	15,3	12,6	15,2	15,5
23	45,2	54,1	15,1	12,7	15,2	15,5
24	45,0	53,9	15,2	12,7	15,5	15,6
25	45,0	53,9	15,2	12,8	15,4	15,8
26	44,7	53,9	15,2	12,7	15,4	15,7
27	44,7	54,1	15,1	12,8	15,3	15,7
28	44,7	53,9	15,2	12,9	15,4	15,9
29	44,8	53,8	15,2	12,8	15,3	15,7
30	44,9	54,2	15,2	12,7	15,3	16,0
31	45,0	54,0	15,3	12,8	15,5	15,8
32	45,0	54,1	15,2	13,0	15,5	16,0
Sumatoria	1441,0	1731,6	488,2	405,4	489,8	501,2
Valor Nominal	46,0	53,9	15,1	12,2	14,6	14,1

Media	45,031	54,113	15,256	12,669	15,306	15,663
Desviación Estándar	0,492	0,361	0,206	0,304	0,237	0,339
Considerando un intervalo de tolerancia de ± 0.05, donde el valor del punto crítico Z /2= 1,96						
Extremo Inferior	44,0667	53,4054	14,8522	12,0773	14,8415	14,9985
Extremo Superior	45,9953	54,8205	15,6597	13,2648	15,7705	16,3274
Índices Cp, Cpk y Cpm						
Índice Cp	0,6533	0,6533	0,6533	0,6510	0,6533	0,6533
Índice Cpi	0,6533	0,6534	0,6534	0,6488	0,6533	0,6534
Índice Cps	0,6533	0,6533	0,6532	0,6510	0,6533	0,6533
Índice Cpk	0,6533	0,6533	0,6532	0,6488	0,6533	0,6533
Valor \bar{x}	1,0867	0,4191	0,2584	0,5589	0,7447	1,5993
Índice Cpm	0,2958	0,5627	0,2508	0,3541	0,2079	0,1385

Cuadro 8. Capacidad Actual Pieza Delantero

Pieza Espalda

Tela: Diadora (color gris)

Dimensiones reales:

Largo Externo: 46,0 cm.

Largo Interno: 60.1 cm.

Ancho Inferior: 14,0 cm.

Cuello: 8,0 cm.

Hombro: 14,7 cm.

Contorno Siza: 13,9 cm.

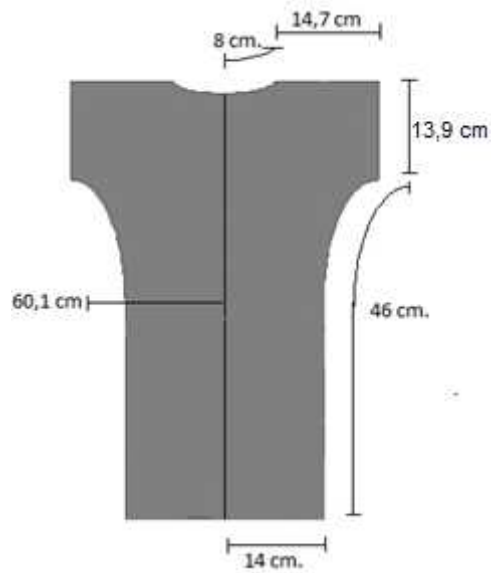


Gráfico 9. Pieza Espalda

N°	Largo Externo (cm)	Largo Interno (cm)	Ancho Inferior (cm)	Cuello (cm)	Hombro (cm)	Contorno sisa (cm)
1	48,2	61,3	14,4	8,4	14,8	13,9
2	47,5	61,3	14,3	8,2	15,0	14,1
3	48,0	61,2	14,5	8,8	14,8	13,8
4	47,4	61,5	14,5	8,6	15,0	14,2
5	47,7	61,2	14,6	8,5	14,6	14,0
6	47,4	61,4	14,5	8,4	14,7	14,0
7	48,0	61,5	14,5	8,5	15,0	14,0
8	47,8	61,2	14,5	8,5	14,5	13,8
9	48,2	61,3	14,4	8,4	14,8	13,9
10	47,5	61,3	14,3	8,2	15,0	14,1
11	48,0	61,2	14,5	8,8	14,8	13,8
12	47,4	61,5	14,5	8,6	15,0	14,2
13	47,7	61,2	14,6	8,5	14,6	14,0
14	47,4	61,4	14,5	8,4	14,7	14,0
15	48,0	61,5	14,5	8,5	15,0	14,0
16	47,8	61,2	14,5	8,5	14,5	13,8
Sumatoria	764,0	981,2	231,6	135,8	236,8	223,6

Valor Nominal	46,0	60,1	14,0	8,0	14,7	13,9
Media	47,750	61,325	14,475	8,488	14,800	13,975
Desviación Estándar	0,292	0,124	0,086	0,167	0,186	0,134

Considerando un intervalo de tolerancia de ± 0.05 , donde el valor del punto crítico $Z / 2 = 1,96$

Extremo Inferior	47,1777	61,0819	14,3064	8,1607	14,4354	13,7123
Extremo Superior	48,3223	61,5680	14,6435	8,8153	15,1645	14,2376

Índices Cp, Cpk y Cpm

Índice Cp	0,6533	0,6533	0,6533	0,6533	0,6533	0,6533
Índice Cpi	0,6533	0,6535	0,6535	0,6533	0,6534	0,6535
Índice Cps	0,6533	0,6532	0,6531	0,6533	0,6532	0,6532
Índice Cpk	0,6533	0,6532	0,6531	0,6533	0,6532	0,6532
Valor \bar{x}	1,7742	1,2313	0,4827	0,5158	0,2112	0,1536
Índice Cpm	0,1075	0,0658	0,1164	0,2115	0,5753	0,5699

Cuadro 9. Capacidad Actual de Pieza Espalda

PIEZAS DE PANTALÓN

Pieza Bolsillos Frente

Tela: Diadora (color negro)

Dimensiones reales:

Largo Externo: 25,8 cm.

Ancho: 14,8 cm.

Largo Interno: 25,4 cm.

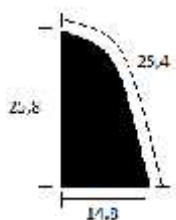


Gráfico 10. Pieza Bolsillos Pantalón

N°	Largo Externo (cm)	Ancho (cm)	Largo Interno (cm)
1	26,5	15,0	26,5
2	26,8	15,1	26,7
3	26,3	15,5	26,1
4	26,4	15,6	25,9
5	26,3	15,5	25,9
6	26,2	15,4	26,0
7	26,2	15,6	25,9
8	26,2	15,6	26,0
9	27,0	15,1	26,2
10	27,0	15,1	26,4
11	26,9	15,0	26,1
12	26,9	15,1	26,0
13	27,0	15,3	25,4
14	26,9	15,5	25,7
15	27,3	15,4	26,1
16	27,1	15,5	26,0
17	26,5	15,0	26,5
18	26,8	15,1	26,7
19	26,3	15,5	26,1
20	26,4	15,6	25,9
21	26,3	15,5	25,9
22	26,2	15,4	26,0
23	26,2	15,6	25,9
24	26,2	15,6	26,0
25	27,0	15,1	26,2
26	27,0	15,1	26,4
27	26,9	15,0	26,1
28	26,9	15,1	26,0
29	27,0	15,3	25,4
30	26,9	15,5	25,7
31	27,3	15,4	26,1

32	27,1	15,5	26,0
Sumatoria	854,0	490,6	833,8
Valor Nominal	25,8	14,8	25,4
Media	26,688	15,331	26,056
Desviación Estándar	0,370	0,224	0,300
Considerando un intervalo de tolerancia de $\pm 0,05$, donde el valor del punto crítico $Z / 2 = 1,96$			
Extremo Inferior	25,9628	14,8919	25,4680
Extremo Superior	27,4132	15,7700	26,6440
Índices Cp, Cpk y Cpm			
Índice Cp	0,6533	0,6533	0,6533
Índice Cpi	0,6533	0,6533	0,6533
Índice Cps	0,6533	0,6533	0,6533
Índice Cpk	0,6533	0,6533	0,6533
Valor \bar{x}	0,9620	0,5763	0,7213
Índice Cpm	0,2513	0,2539	0,2717

Cuadro 10. Capacidad Actual de Pieza Bolsillos de Pantalón

Pieza Bolsillos Espalda

Tela: Diadora (color negro)

Dimensiones reales:

Largo Externo: 25,8 cm.

Ancho: 14,8 cm.

Largo Interno: 25,4 cm.

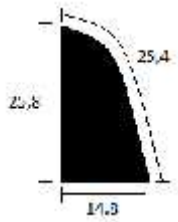


Gráfico 11. Pieza Bolsillos Espalda

N°	Largo Externo (cm)	Ancho (cm)	Largo Interno (cm)
1	27,4	14,2	26,0
2	27,1	14,1	26,1
3	27,2	14,2	25,8
4	27,1	14,1	25,7
5	27,2	14,1	25,8
6	27,2	14,0	25,9
7	27,2	14,1	25,7
8	27,3	14,1	25,8
9	26,8	15,4	25,9
10	26,7	15,1	25,7
11	26,8	14,9	25,9
12	26,5	15,2	26,3
13	26,5	15,1	26,1
14	26,8	15,1	25,1
15	26,4	14,5	26,3
16	26,3	14,3	26,0
17	27,4	14,2	26,0
18	27,1	14,1	26,1
19	27,2	14,2	25,8
20	27,1	14,1	25,7
21	27,2	14,1	25,8
22	27,2	14,0	25,9
23	27,2	14,1	25,7
24	27,3	14,1	25,8

25	26,8	15,4	25,9
26	26,7	15,1	25,7
27	26,8	14,9	25,9
28	26,5	15,2	26,3
29	26,5	15,1	26,1
30	26,8	15,1	25,1
31	26,4	14,5	26,3
32	26,3	14,3	26,0
Sumatoria	861,0	465,0	828,2
Valor Nominal	25,8	14,8	25,4
Media	26,906	14,531	25,881
Desviación Estándar	0,345	0,495	0,279
Considerando un intervalo de tolerancia de $\pm 0,05$, donde el valor del punto crítico $Z / 2 = 1,96$			
Extremo Inferior	26,2298	13,5608	25,3341
Extremo Superior	27,5822	15,5012	26,4278
Índices Cp, Cpk y Cpm			
Índice Cp	0,6533	0,6533	0,6533
Índice Cpi	0,6533	0,6533	0,6534
Índice Cps	0,6533	0,6533	0,6533
Índice Cpk	0,6533	0,6533	0,6533
Valor $\frac{Cp \cdot Cpk}{Cpm}$	1,1586	0,5634	0,5560
Índice Cpm	0,1945	0,5740	0,3278

Cuadro 11. Capacidad Actual Pieza Bolsillos Espalda

Pieza Frente Pantalón

Tela: Diadora (color negro)

Dimensiones reales:

Largo Externo: 99,5 cm.

Largo Interno: 69,5 cm.

Ancho Superior: 25,5 cm.

Ancho Inferior: 19,5 cm.

Largo Tiro: 31,2 cm.

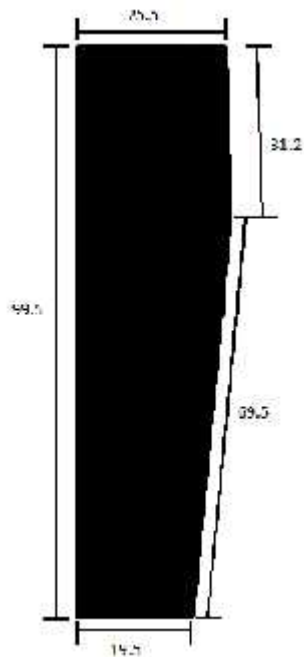


Gráfico 12. Pieza Frente Pantalón


N°	Largo Externo (cm)	Largo Interno (cm)	Ancho Superior (cm)	Ancho Inferior (cm)	Largo tiro (cm)
1	100,7	69,9	25,9	19,9	31,5
2	100,5	69,9	26,1	20,0	31,5
3	100,7	70,0	26,0	19,8	31,6
4	100,5	69,7	25,4	19,8	31,3
5	100,3	69,6	25,9	20,0	31,4
6	100,5	70,0	26,0	19,9	31,5
7	100,4	69,9	25,8	19,8	31,6
8	100,3	70,0	25,8	19,9	31,6
9	100,0	70,0	26,3	20,2	31,8
10	100,0	69,6	26,2	20,2	31,5
11	99,9	69,7	26,3	20,2	31,7
12	99,8	69,5	26,3	20,2	31,5

13	100,4	69,7	26,3	20,1	31,7
14	99,7	69,7	26,2	20,5	31,5
15	100,6	69,9	26,1	19,7	32,0
16	100,2	69,7	26,0	19,7	31,9
17	100,7	69,9	25,9	19,9	31,5
18	100,5	69,9	26,1	20,0	31,5
19	100,7	70,0	26,0	19,8	31,6
20	100,5	69,7	25,4	19,8	31,3
21	100,3	69,6	25,9	20,0	31,4
22	100,5	70,0	26,0	19,9	31,5
23	100,4	69,9	25,8	19,8	31,6
24	100,3	70,0	25,8	19,9	31,6
25	100,0	70,0	26,3	20,2	31,8
26	100,0	69,6	26,2	20,2	31,5
27	99,9	69,7	26,3	20,2	31,7
28	99,8	69,5	26,3	20,2	31,5
29	100,4	69,7	26,3	20,1	31,7
30	99,7	69,7	26,2	20,5	31,5
31	100,6	69,9	26,1	19,7	32,0
32	100,2	69,7	26,0	19,7	31,9
Sumatoria	3209,0	2233,6	833,2	639,8	1011,2
Valor Nominal	99,5	69,5	25,5	19,5	31,2
Media	100,281	69,800	26,038	19,994	31,600
Desviación Estándar	0,312	0,165	0,241	0,220	0,180

Considerando un intervalo de tolerancia de ± 0.05 , donde el valor del punto crítico $Z_{\alpha/2} = 1,96$

Extremo Inferior	99,6695	69,4766	25,5656	19,5628	31,2472
Extremo Superior	100,8925	70,1234	26,5103	20,4252	31,9528

Índices Cp, Cpk y Cpm

Índice Cp	0,6533	0,6533	0,6533	0,6533	0,6533
Índice Cpi	0,6533	0,6533	0,6534	0,6533	0,6533
Índice Cps	0,6533	0,6533	0,6532	0,6533	0,6533
Índice Cpk	0,6533	0,6533	0,6532	0,6533	0,6533
Valor 	0,8410	0,3424	0,5895	0,5408	0,4386

Índice Cpm	0,2424	0,3148	0,2671	0,2657	0,2681
-------------------	--------	--------	--------	--------	--------

Cuadro 12. Capacidad Actual Pieza Frente Pantalón

Pieza Espalda Pantalón

Tela: Diadora (color negro)

Dimensiones reales:

Largo Externo: 99,5 cm.

Largo Interno: 70,0 cm.

Ancho Superior: 25,9 cm.

Ancho Inferior: 21,2 cm.

Largo Tiro: 36,8 cm.

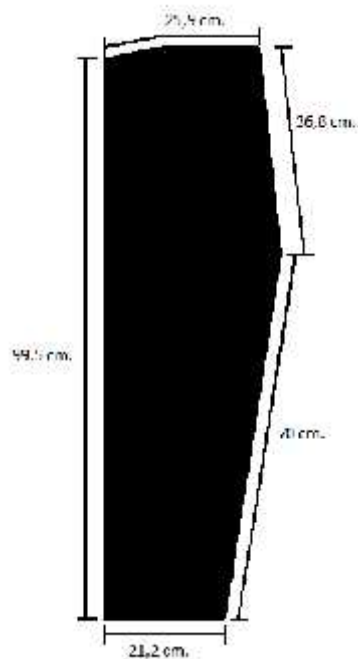


Gráfico 13. Pieza Espalda Pantalón

N°	Largo Externo	Largo Interno	Ancho Superior	Ancho Inferior	Largo tiro
-----------	----------------------	----------------------	-----------------------	-----------------------	-------------------

	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	100,3	70,2	28,0	23,8	37,2
2	101,0	70,8	28,2	24,0	37,1
3	101,0	70,2	28,2	23,7	37,2
4	101,0	70,5	28,3	24,5	37,1
5	100,9	70,3	28,2	24,8	37,6
6	100,0	70,4	28,2	23,6	37,0
7	100,7	70,1	28,2	23,8	37,2
8	100,5	70,3	28,2	23,8	37,1
9	101,1	70,1	28,2	23,8	37,2
10	100,3	70,2	28,2	23,8	37,1
11	100,2	70,1	28,1	23,7	37,1
12	100,3	69,9	28,1	23,9	37,3
13	100,2	70,6	28,1	23,8	37,0
14	100,5	70,3	28,1	23,9	37,2
15	100,3	70,2	28,2	23,7	37,0
16	100,3	70,0	28,1	24,0	37,2
17	100,3	70,2	28,0	23,8	37,2
18	101,0	70,8	28,2	24,0	37,1
19	101,0	70,2	28,2	23,7	37,2
20	101,0	70,5	28,3	24,5	37,1
21	100,9	70,3	28,2	24,8	37,6
22	100,0	70,4	28,2	23,6	37,0
23	100,7	70,1	28,2	23,8	37,2
24	100,5	70,3	28,2	23,8	37,1
25	101,1	70,1	28,2	23,8	37,2
26	100,3	70,2	28,2	23,8	37,1
27	100,2	70,1	28,1	23,7	37,1
28	100,3	69,9	28,1	23,9	37,3
29	100,2	70,6	28,1	23,8	37,0
30	100,5	70,3	28,1	23,9	37,2
31	100,3	70,2	28,2	23,7	37,0
32	100,3	70,0	28,1	24,0	37,2

Sumatoria	3217,2	2248,4	901,2	765,2	1189,2
Valor Nominal	99,5	70,0	25,9	21,2	36,8
Media	100,538	70,263	28,163	23,913	37,163
Desviación Estándar	0,352	0,224	0,071	0,307	0,143
Considerando un intervalo de tolerancia de $\alpha=0.05$, donde el valor del punto crítico $Z_{\alpha/2}= 1,96$					
Extremo Inferior	99,8481	69,8239	28,0238	23,3113	36,8827
Extremo Superior	101,2279	70,7020	28,3021	24,5147	37,4433
Índices Cp, Cpk y Cpm					
Índice Cp	0,6533	0,6533	0,6533	0,6533	0,6534
Índice Cpi	0,6533	0,6534	0,6535	0,6533	0,6534
Índice Cps	0,6533	0,6533	0,6535	0,6533	0,6534
Índice Cpk	0,6533	0,6533	0,6535	0,6533	0,6534
Valor \bar{X}	1,0960	0,3454	2,2641	2,7303	0,3901
Índice Cpm	0,22098	0,4237	0,0205	0,0734	0,2395

Cuadro 13. Capacidad Actual de Pieza Espalda de Pantalón

De acuerdo a los resultados obtenidos en todo este proceso, podemos afirmar que es un proceso con muy mala capacidad, ya que los límites superiores de los intervalos de confianza para los índices son menores a 1.0.

Esto quiere decir que el proceso de corte no cumple con especificaciones, por la consecuencia de su mal método de ejecución de este proceso, afectando así al producto terminado; ya que las prendas terminadas poseen la misma variabilidad en su forma.

Dando solución a este proceso, podemos obtener un producto de buena calidad mejorando su capacidad de proceso.

4.1.4 DATOS DE PRODUCTIVIDAD

Variables del Proceso de Confección de Calentadores:

Costos Mensuales de la Empresa

Variables	Valor en dólares
Mano de Obra	\$ 876
Materiales	\$750
Energía Eléctrica	\$70
Capital Invertido	\$250
Pago de Seguro Social	\$108,18

Cuadro 14. Variables del Proceso de Confección de Calentadores

Productividad Mono Factorial (Mano de Obra)

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Insumos\ empleados}$$

Datos:

Horas de trabajo al mes: 160 horas/trabajadora

Salario por trabajadora al mes: \$292

Número de trabajadoras en línea de calentadores: 3 trabajadoras

Producción diaria: 12 calentadores al día

Precio Unitario de Venta Producto: \$18

$$Productividad = \frac{\frac{240 \text{ calentadores}}{\text{mes}} * \frac{18\$}{\text{calentador}}}{876 \$MO/\text{mes}}$$

$$Productividad = 4,931 \$$$

Productividad Multifactorial (Mano de Obra, Materiales, Energía Eléctrica, Capital invertido, Pago del Seguro Social)

$$Productividad = \frac{Salida}{MC + Materiales + Energía + Capital + SS}$$

$$Productividad = \frac{\frac{240 \text{ calentadores}}{\text{mes}} * \frac{18\$}{\text{calentador}}}{2054,18 \$/\text{mes}}$$

$$Productividad = 2,102 \$$$

4.1.5 DATOS HISTÓRICOS DE CALIDAD

La empresa maneja como calidad a una inspección final al producto terminado, esto se lo realiza en el proceso de empaque de las prendas, es por esa razón que no existen datos históricos de calidad en el proceso.

Para identificar posibles falencias, se ha pedido al cliente directo Piel Active informe por posibles quejas de clientes, esto servirá para la identificación de fallas en el proceso.

Resultados de la investigación:

Quejas de los clientes. En los últimos 4 meses se ha recibido 12 quejas de clientes respecto a la desigualdad que existe en la forma del calentador, se tiene como base de 3 quejas mensuales.

Esto nos ayuda a identificar que la variabilidad existente en corte evidencia la desigualdad en la prenda final, es por esta razón que debemos realizar la mejora en el proceso de corte, implementando un mejor método de este proceso.

CAPÍTULO 5

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD

5.1 ETAPA PREVIA

En el área de corte se realiza el estudio para identificar las características críticas (VCC) de los cortes de piezas del calentador. Dicho estudio se basa a su vez en normas que la industria de Confección de prendas de vestir exige, exigiendo que cumplan sus empleados y si es necesario sus proveedores. Se consideran características críticas a aquellas que tienen impacto al momento de que cumpla con la satisfacción del cliente. Del estudio mencionado para la elaboración de calentadores, se desprenden las siguientes características críticas:

- Y_1 . Elaboración del diseño del calentador
- Y_2 . Proceso de Corte
- Y_3 . Proceso de Ensamble
- Y_4 . Proceso de Acabados

De este estudio se detectó que todas las características deberían ser mejoradas, ya que su capacidad para cumplir con especificaciones no es compatible con la meta Seis Sigma. Esta baja capacidad no ha sido atendida ya que no se ha considerado una inspección en todos los procesos. Por ello es prioritario generar un proyecto para alcanzar un proceso Seis Sigma y así disminuir costos de materia prima y cumplir con las especificaciones y garantizar la satisfacción y lealtad de los clientes.

Hemos detectado que la característica crítica con mayor problema y la que provoca todas las fallas del sistema es "proceso de corte", ya que existe mucha variable afectando así al proceso de confección y al producto terminado haciéndolo desigual en sus partes.

El resultado a obtener es mejorar la capacidad del proceso y su productividad.

5.2 FASE DEFINIR

El problema es que existe mucha variabilidad en los cortes de piezas de calentadores que se encuentran alejadas de su valor nominal y en algunos casos fuera de especificaciones. Esto produce que haya mucho desperdicio de materia prima (tela), con el consecuente aumento en el costo de producción; desigualdad en la prenda final, dando desconformidad al cliente; e incremento en el tiempo de ciclo.

De acuerdo al estudio, actualmente el proceso de corte (Y_2) de acuerdo a las diferentes prendas tienen las capacidades de corto y largo plazo de la siguiente manera:

PIEZAS DE CHOMPA:

Pieza Cuello 1

Capacidad de corto y largo plazo	Largo Superior	Largo Inferior	Ancho Superior	Ancho Inferior
Indice Cpk	0,6533	0,6532	0,6533	0,6533
Ppk	0,6533	0,6532	0,6533	0,6533

Cuadro 15. Capacidad Corto y Largo Plazo Actual Pieza Cuello 1

Pieza Cuello 2

Capacidad de corto y largo plazo	Largo Superior	Largo Inferior	Ancho Superior	Ancho Inferior
Cpk	0,6534	0,6533	0,6534	0,6533
Ppk	0,6534	0,6533	0,6534	0,6533

Cuadro 16. Capacidad de Corto y Largo Plazo Pieza Cuello 2

Pieza Cuello 3

Capacidad de corto y largo plazo	Largo Superior	Largo Inferior	Ancho Superior	Ancho Inferior
Cpk	0,6533	0,6533	0,6532	0,6533
Ppk	0,6533	0,6533	0,6532	0,6533

Cuadro 17. Capacidad de Corto y Largo plazo Pieza Cuello 3

Pieza Lateral delantero

Capacidad de corto y largo plazo	Largo Externo	Largo Interno	Ancho Superior	Ancho Inferior
Cpk	0,6533	0,6532	0,6533	0,6533
Ppk	0,6533	0,6532	0,6533	0,6533

Cuadro 18. Capacidad de Corto y Largo plazo Pieza lateral delantero

Pieza Lateral espalda

Capacidad de corto y largo plazo	Largo Externo	Largo Interno	Ancho Superior	Ancho Inferior
Cpk	0,6533	0,6532	0,6533	0,6533
Ppk	0,6533	0,6532	0,6533	0,6533

Cuadro 19. Capacidad de Corto y Largo plazo Pieza lateral espalda

Pieza Mangas

Capacidad de corto y largo plazo	Largo Superior	Largo Inferior	Ancho Superior	Ancho Inferior (puño)	Contorno siza
Cpk	0,6533	0,6533	0,6533	0,6533	0,6533

Ppk	0,6533	0,6533	0,6533	0,6533	0,6533
------------	--------	--------	--------	--------	--------

Cuadro 20. Capacidad de Corto y Largo plazo Pieza mangas

Pieza Bolsillos

Capacidad de corto y largo plazo	Largo Externo	Largo Interno	Ancho Superior	Ancho Inferior
Cpk	0,6533	0,6533	0,6533	0,6533
Ppk	0,6533	0,6533	0,6533	0,6533

Cuadro 21. Capacidad de Corto y Largo plazo Pieza Bolsillos

Pieza Delantero

Capacidad de corto y largo plazo	Largo Externo	Largo Interno	Ancho Inferior	Cuello	Hombro	Contorno siza
Cpk	0,6533	0,6533	0,6532	0,6488	0,6533	0,6533
Ppk	0,6533	0,6533	0,6532	0,6510	0,6533	0,6533

Cuadro 22. Capacidad de Corto y Largo plazo Pieza Delanteros

Pieza Espalda

Capacidad de corto y largo plazo	Largo Externo	Largo Interno	Ancho Inferior	Cuello	Hombro	Contorno siza
Cpk	0,6533	0,6532	0,6531	0,6533	0,6532	0,6532
Ppk	0,6533	0,6532	0,6531	0,6533	0,6532	0,6532

Cuadro 23. Capacidad de Corto y Largo plazo Pieza Espalda

PIEZAS DE PANTALÓN

Pieza Bolsillos Frente

Capacidad de corto y largo plazo	Largo Externo	Ancho	Largo Interno
---	----------------------	--------------	----------------------

Cpk	0,6533	0,6533	0,6533
Ppk	0,6533	0,6533	0,6533

Cuadro 24. Capacidad de Corto y Largo Plazo Pieza Bolsillos frente

Pieza Bolsillos Espalda

Capacidad de corto y largo plazo	Largo Externo	Ancho	Largo Interno
Cpk	0,6533	0,6533	0,6533
Ppk	0,6533	0,6533	0,6533

Cuadro 25. Capacidad de Corto y Largo Plazo Pieza Bolsillos espalda

Pieza Frente Pantalón

Capacidad de corto y largo plazo	Largo Externo	Largo Interno	Ancho Superior	Ancho Inferior	Largo tiro
Cpk	0,6533	0,6533	0,6532	0,6533	0,6533
Ppk	0,6533	0,6533	0,6532	0,6533	0,6533

Cuadro 26. Capacidad de Corto y Largo Plazo Pieza Frente Pantalón

Pieza Espalda Pantalón

Gráfico 14. Pieza Espalda Pantalón

Capacidad de coto y largo plazo	Largo Externo	Largo Interno	Ancho Superior	Ancho Inferior	Largo tiro
Cpk	0,6533	0,6533	0,6535	0,6533	0,6534
Ppk	0,6533	0,6533	0,6535	0,6533	0,6534

Cuadro 27. Capacidad de Corto y Largo plazo Pieza Espalda Pantalón

Esto implica la cantidad de +548,51 piezas fuera de especificaciones por cada 1000 producidos (+548 510 por cada millón). Esto se agrava si esta variable es sólo una de las cuatro variables críticas que llevar al no cumplimiento de las especificaciones de los calentadores. “La meta con esta variable es llevarla a una capacidad de largo

plazo de al menos 4,5 sigmas ($Ppk > 1,5$) y una capacidad de corto plazo de al menos 6 sigmas ($Cpk = 2$)” (Humberto Gutiérrez Pulido-2004), que generaría menos de un corte de pieza fuera de especificaciones por cada mil productos, considerando todas las variables críticas antes listadas. Este nivel de desempeño permitirá reducir el desperdicio de materia prima (tela) reduciendo costos, reduciendo la desigualdad en las piezas y tiempo de ciclo.

Con el propósito de tener un mejor entendimiento del problema se desarrolló el mapa del proceso de corte de las piezas de las prendas del calentador. (Ver Ilustración: 6, 7, 8 y 9 del Capítulo 4) En él se observa cada operación del proceso, una narración de cada una de ellas y las técnicas actualmente utilizadas en cada operación. Sobre el diagrama se señala con una flecha el punto de inspección de interés para los fines de este proyecto. Con el mapeo del proceso se logra una visión compartida por los miembros de equipo sobre lo que es el proceso de confección de calentadores y permite identificar posibles causas inadecuadas en el proceso.

5.3 FASE MEDIR

5.3.1 ESTUDIO DE CAPACIDAD Y ESTABILIDAD

Se planea un estudio de capacidad y estabilidad utilizando una carta de control $\bar{X} - R$, las especificaciones o tolerancias para Y_1 están dadas de acuerdo a los cortes de piezas del calentador dado.

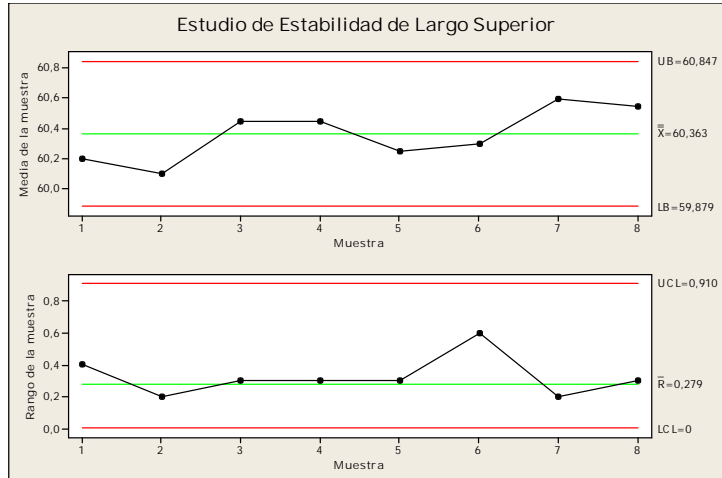
ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y CAPACIDAD PARA LA VARIABLE Y_1

Piezas de Chompa

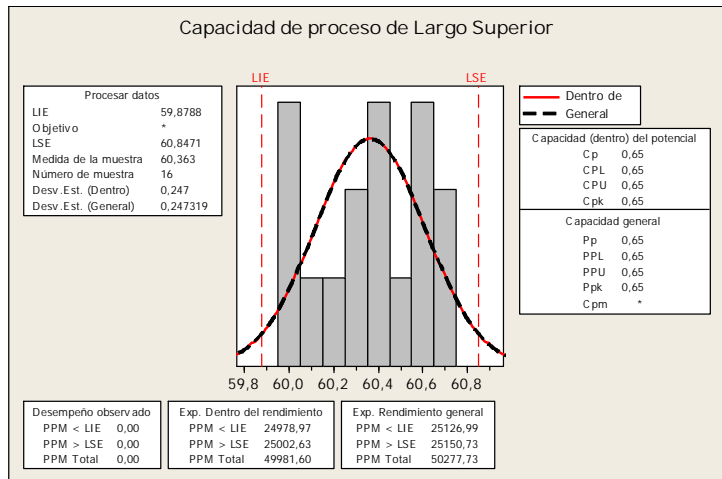
Pieza Cuello 1

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

LARGO SUPERIOR

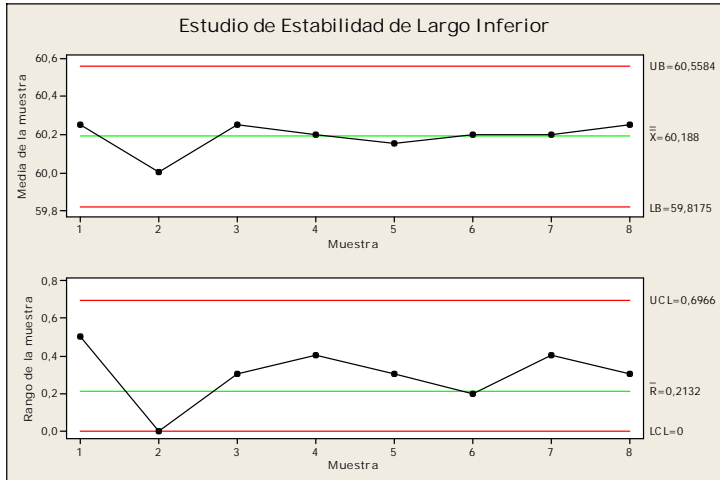


CAPACIDAD DE PROCESO

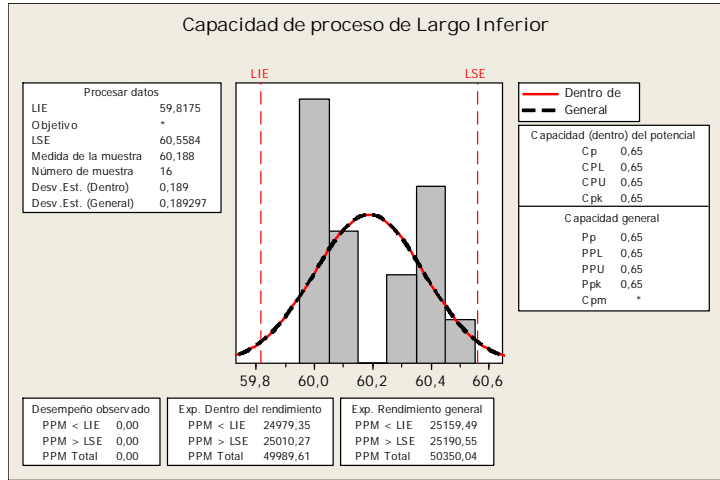


LARGO INFERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

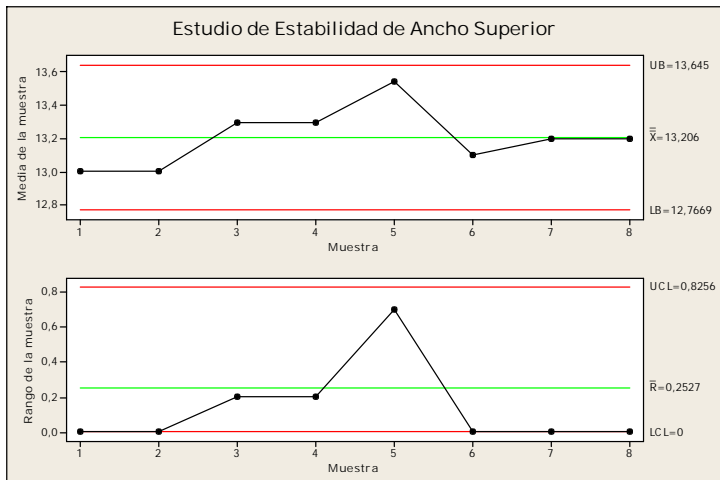


CAPACIDAD DE PROCESO

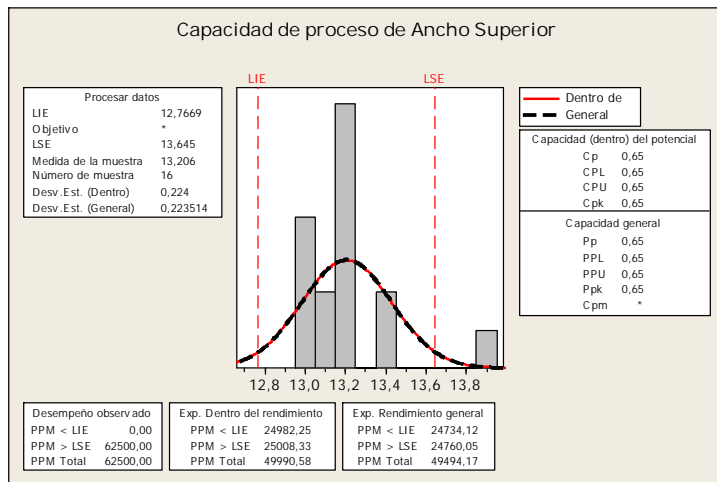


ANCHO SUPERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

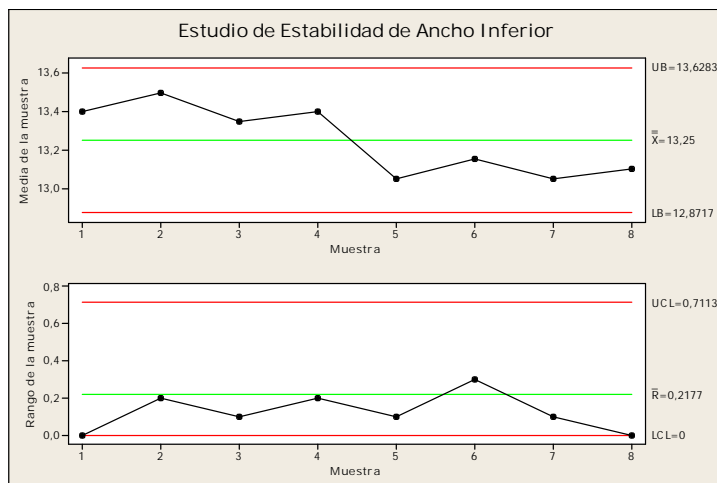


CAPACIDAD DE PROCESO



ANCHO INFERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD



CAPACIDAD DE PROCESO

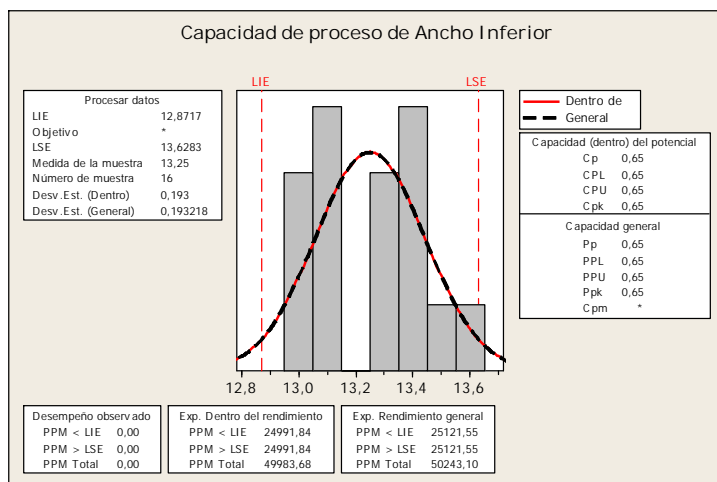
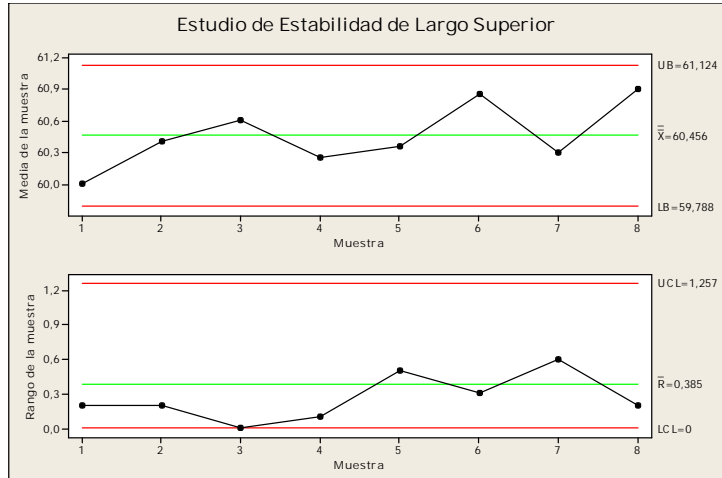


Tabla 1. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza Cuello 1

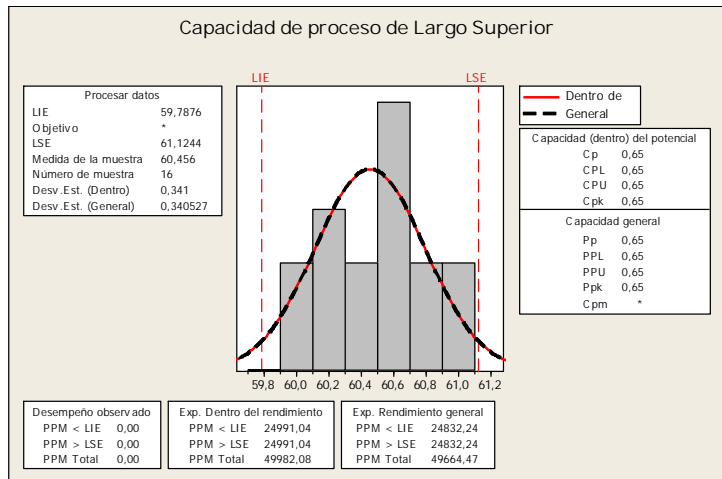
Pieza Cuello 2

LARGO SUPERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

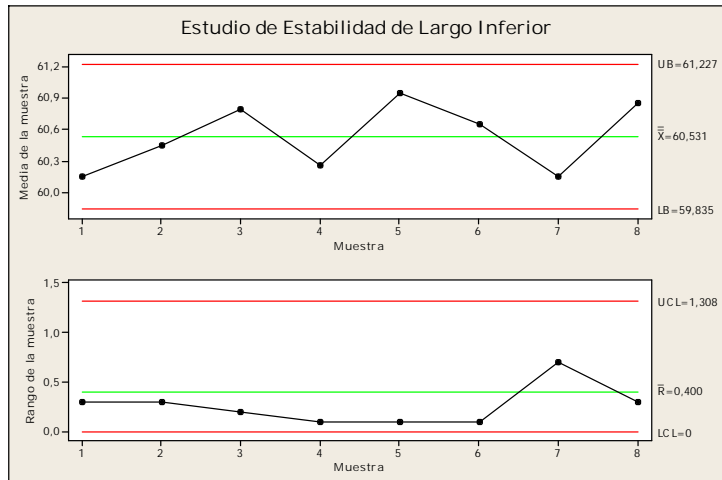


CAPACIDAD DE PROCESO

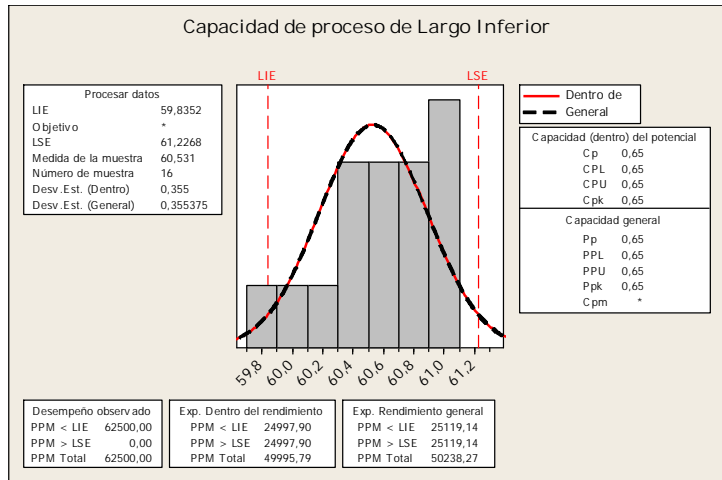


LARGO INFERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

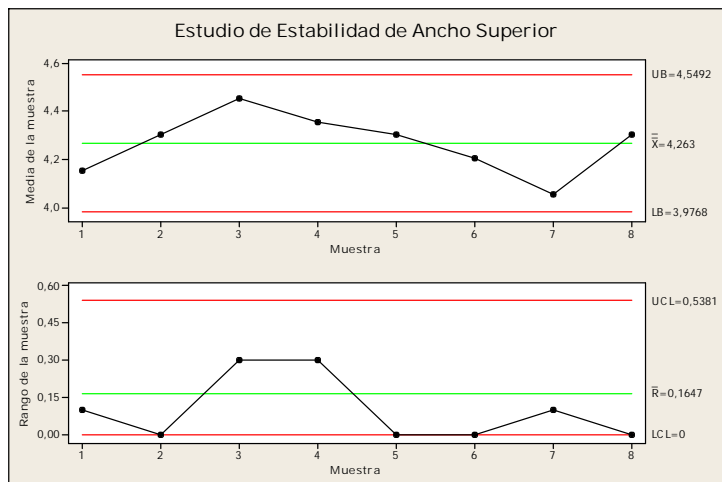


CAPACIDAD DE PROCESO

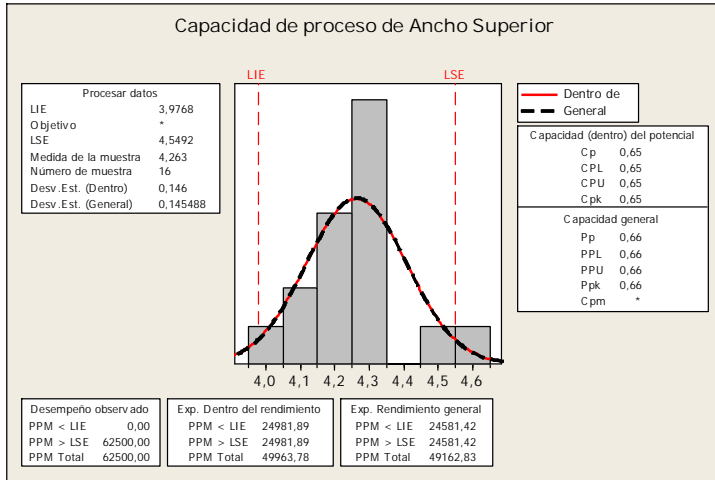


ANCHO SUPERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

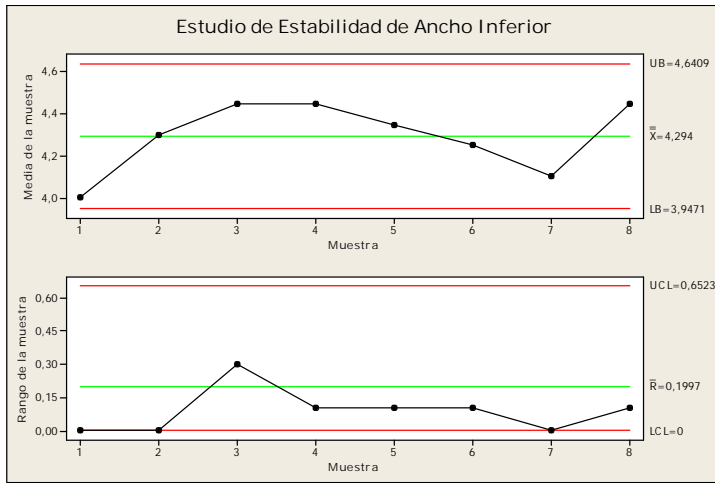


CAPACIDAD DE PROCESO



ANCHO INFERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD



CAPACIDAD DE PROCESO

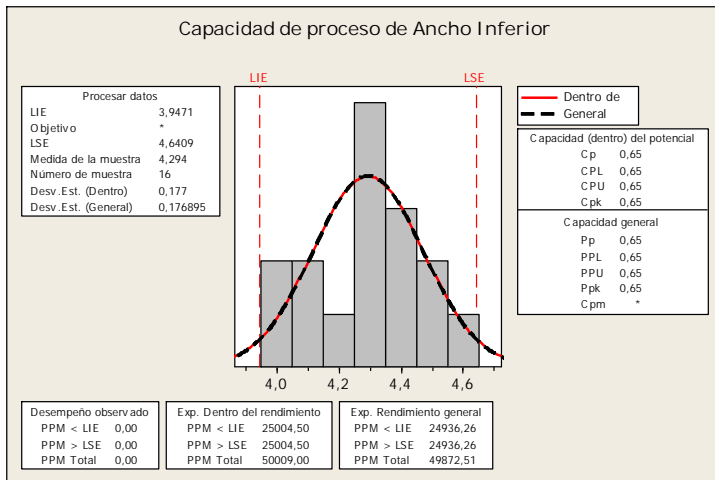
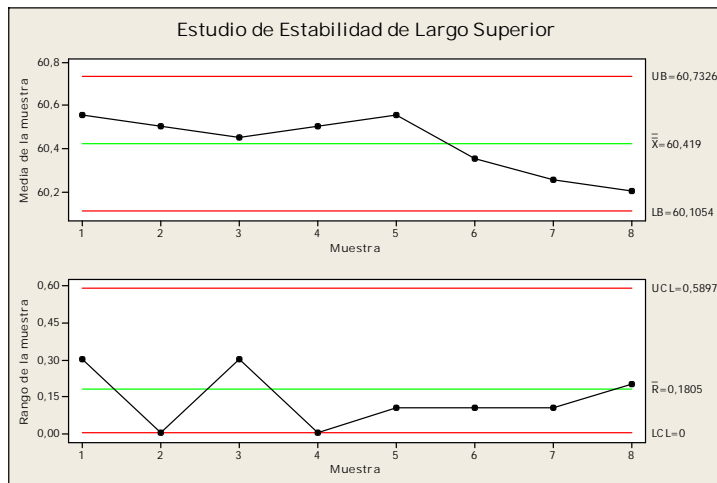


Tabla 2. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza Cuello 2

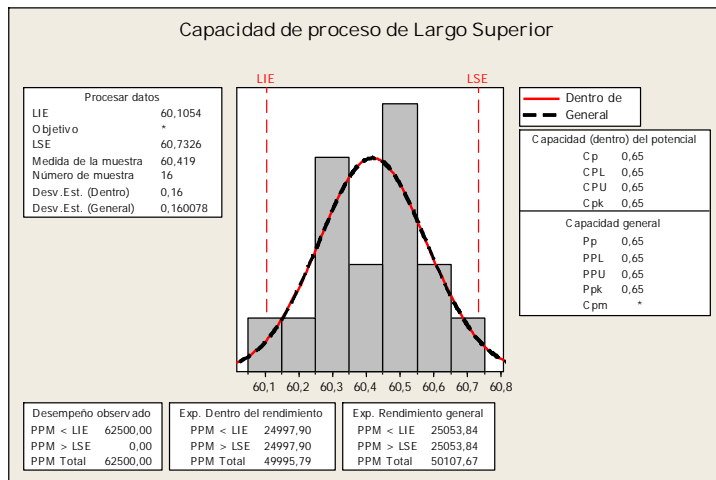
Pieza Cuello 3

LARGO SUPERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

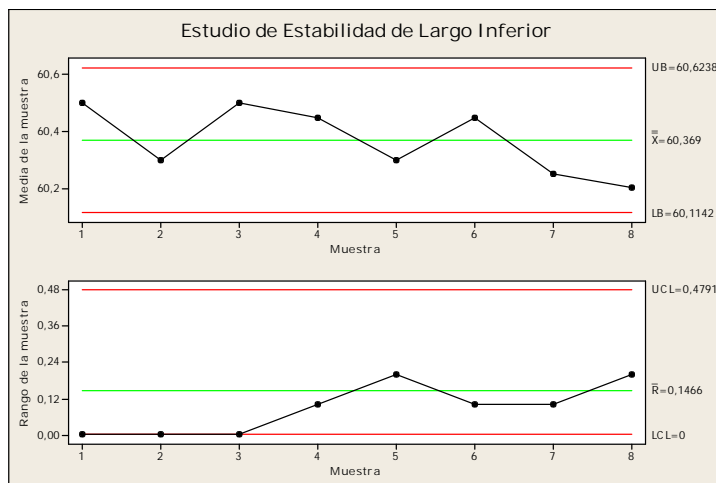


CAPACIDAD DE PROCESO

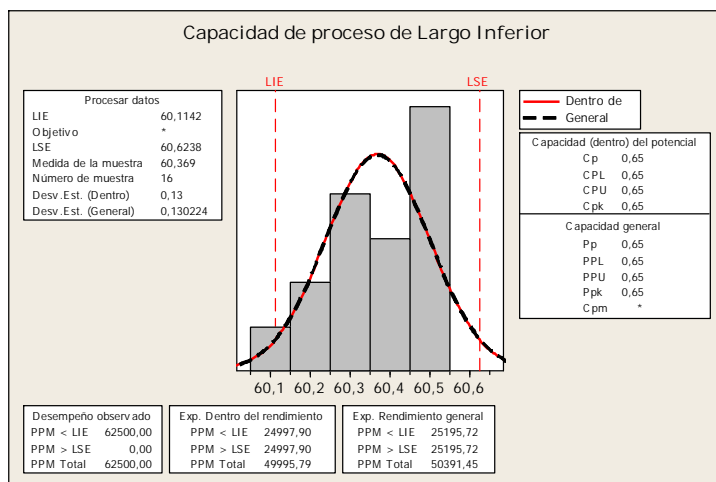


LARGO INFERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

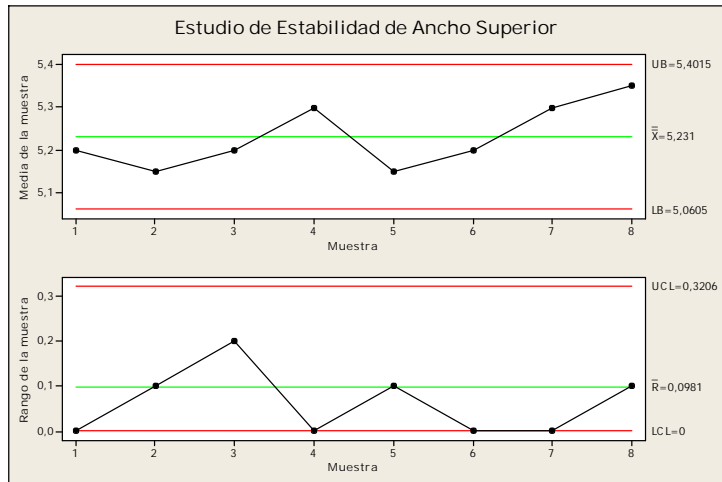


CAPACIDAD DE PROCESO

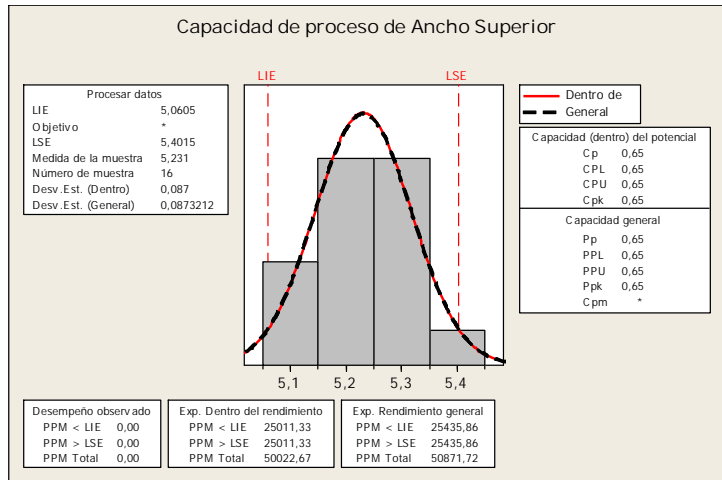


ANCHO SUPERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

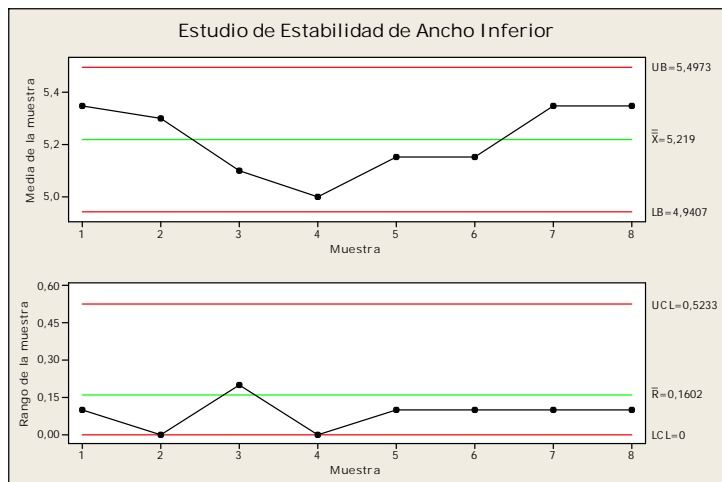


CAPACIDAD DE PROCESO



ANCHO INFERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD



CAPACIDAD DE PROCESO

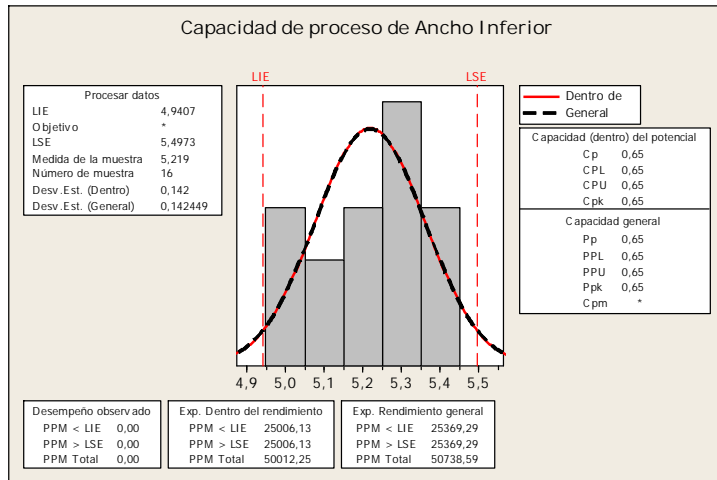
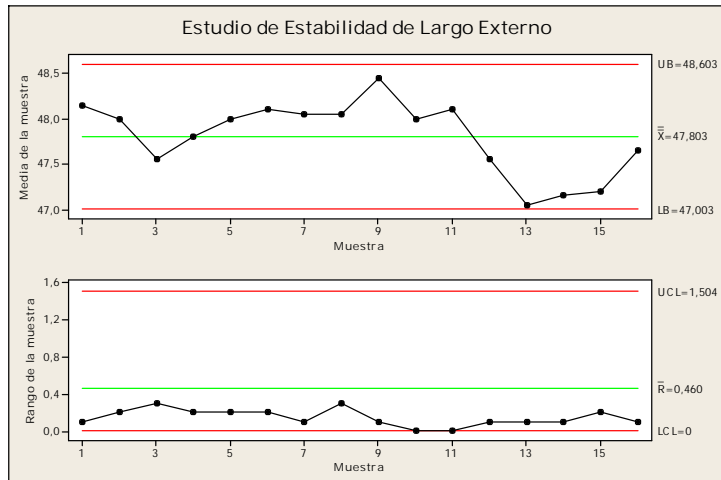


Tabla 3. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza Cuello 3

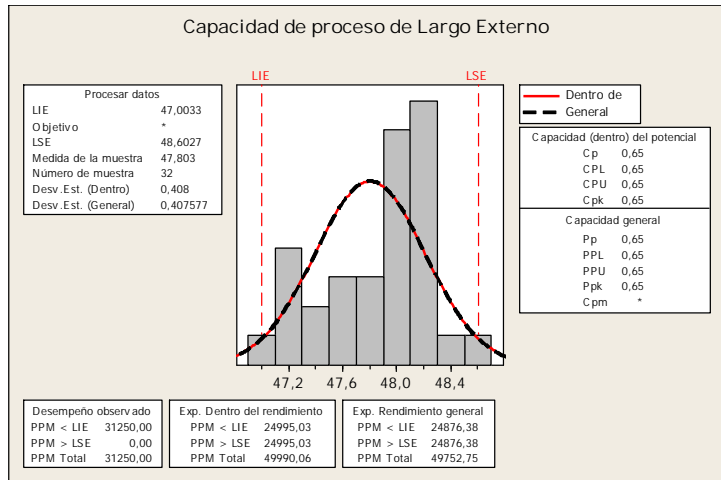
Pieza Lateral Delantero

LARGO EXTERNO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

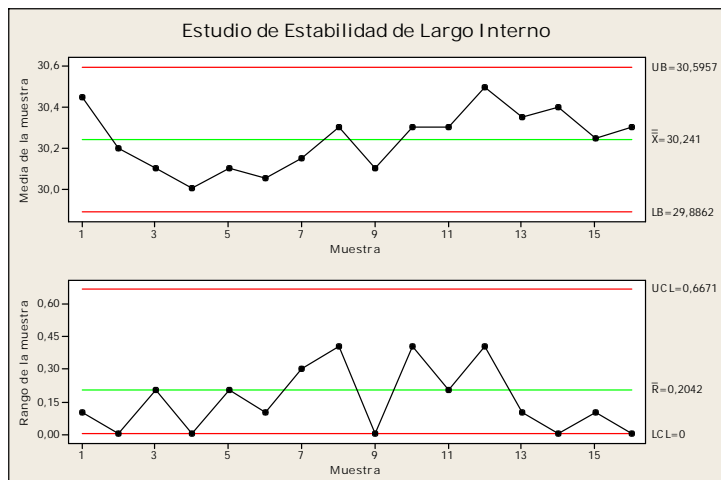


CAPACIDAD DE PROCESO

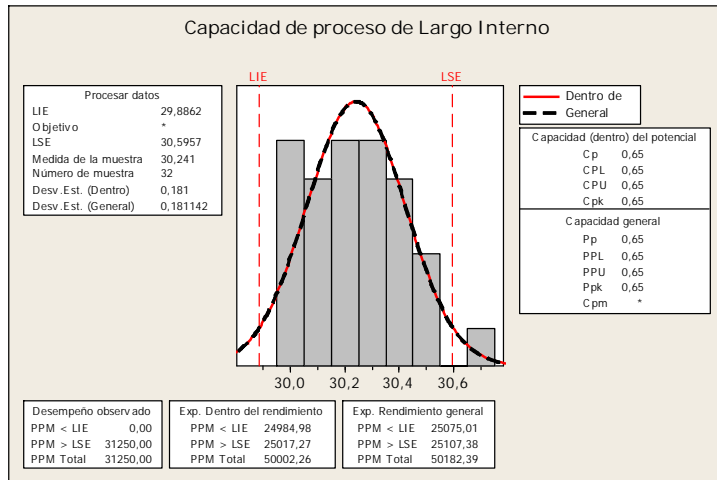


LARGO INTERNO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

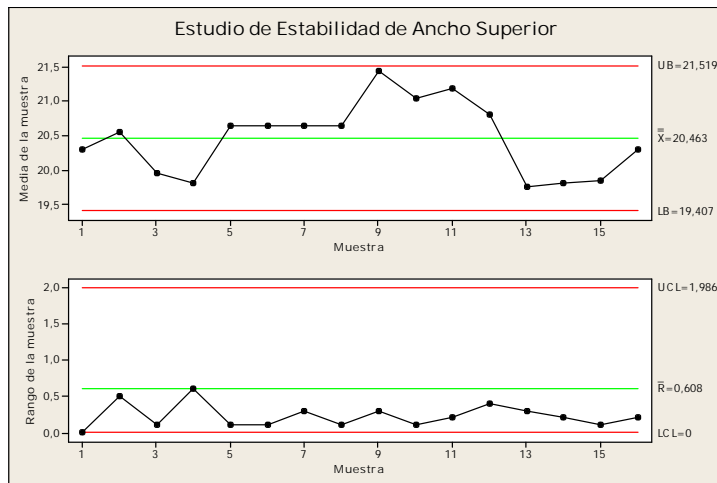


CAPACIDAD DE PROCESO

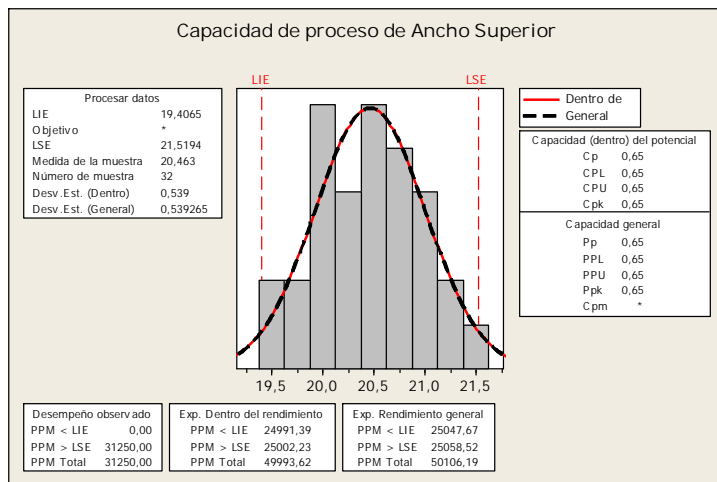


ANCHO SUPERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

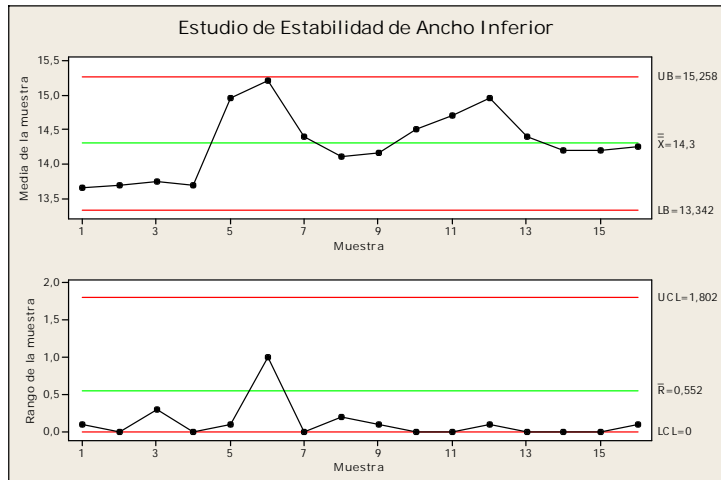


CAPACIDAD DE PROCESO



ANCHO INFERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD



CAPACIDAD DE PROCESO

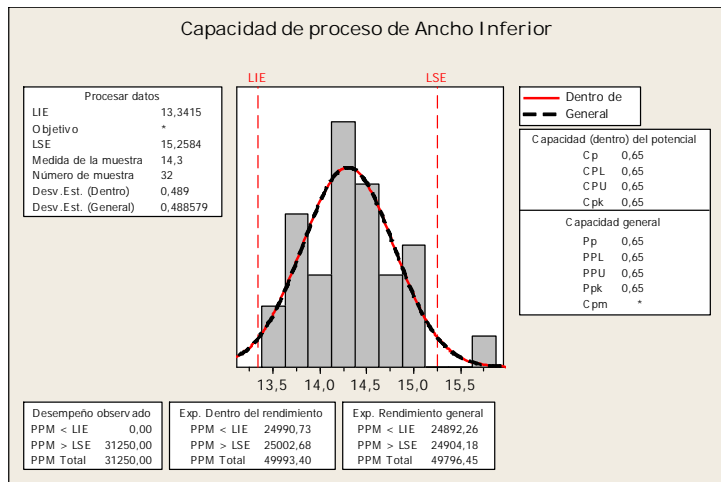
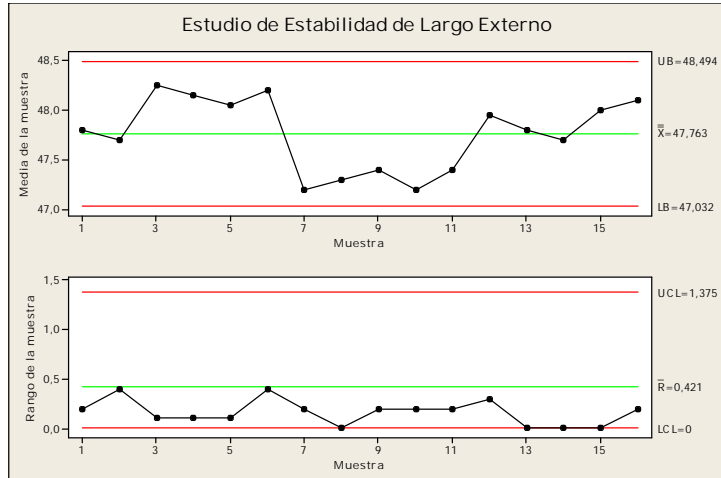


Tabla 4. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza lateral delantero

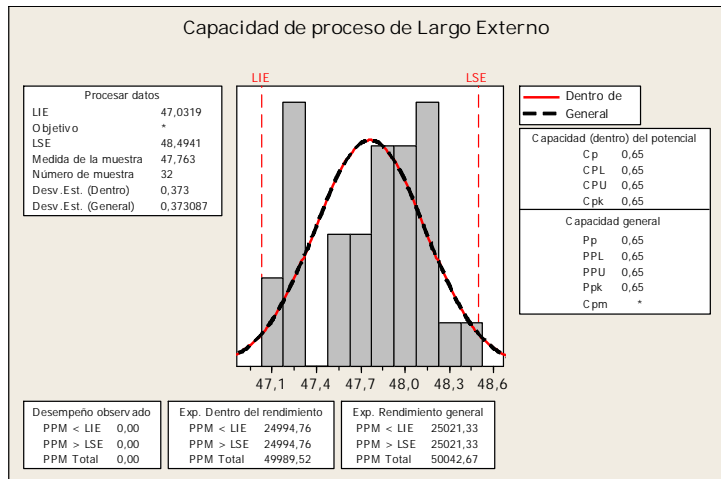
Pieza Lateral Espalda

LARGO EXTERNO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

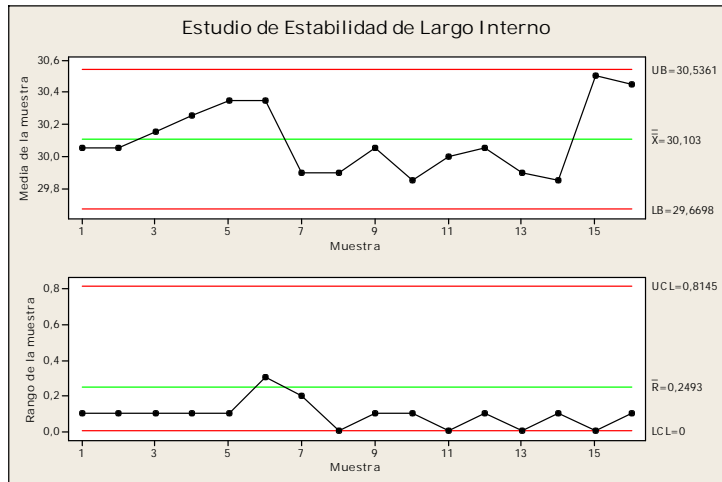


CAPACIDAD DE PROCESO

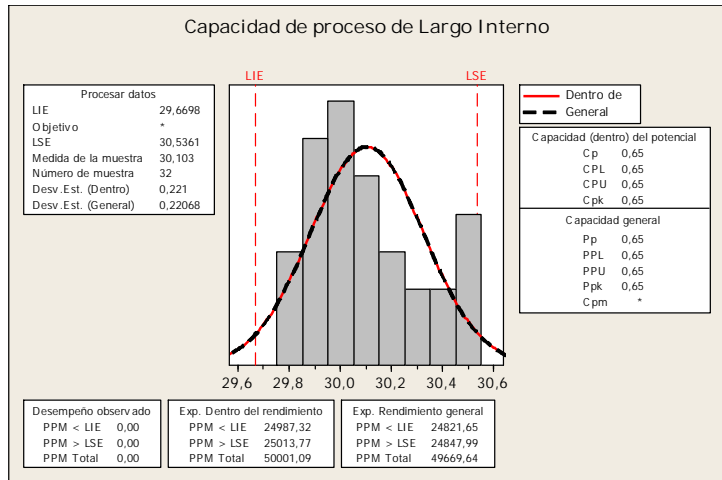


LARGO INTERNO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD



CAPACIDAD DE PROCESO

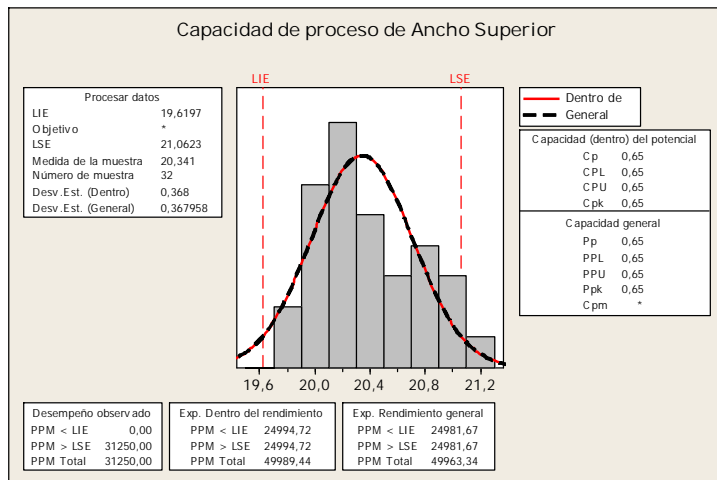


ANCHO SUPERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

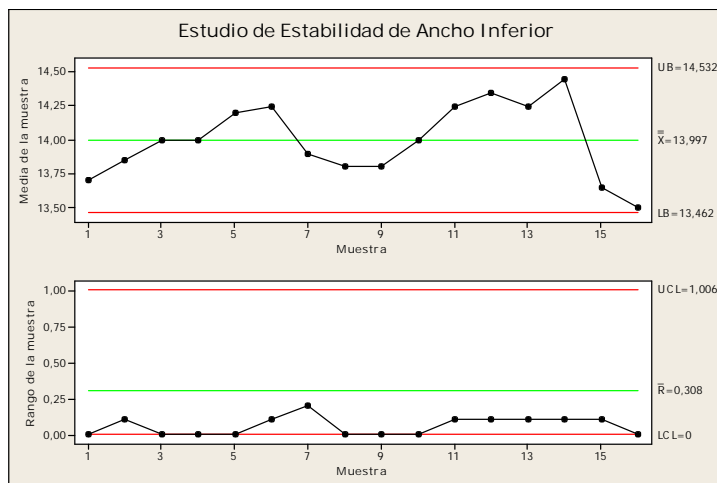


CAPACIDAD DE PROCESO



ANCHO INFERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD



CAPACIDAD DE PROCESO

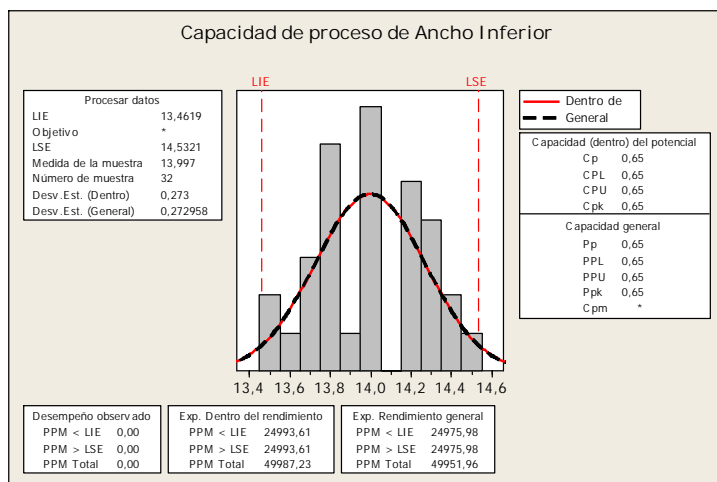
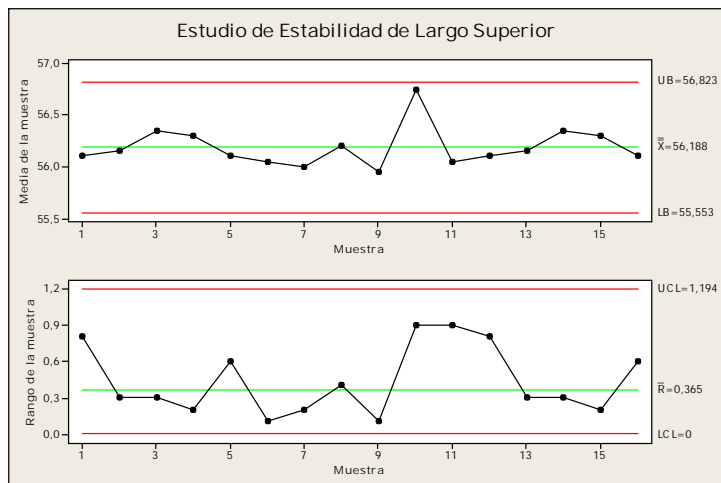


Tabla 5. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza lateral espalda

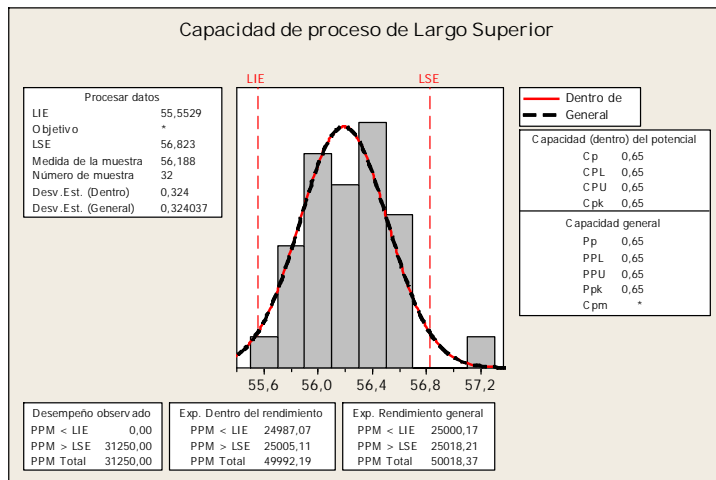
Pieza Mangas

LARGO SUPERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

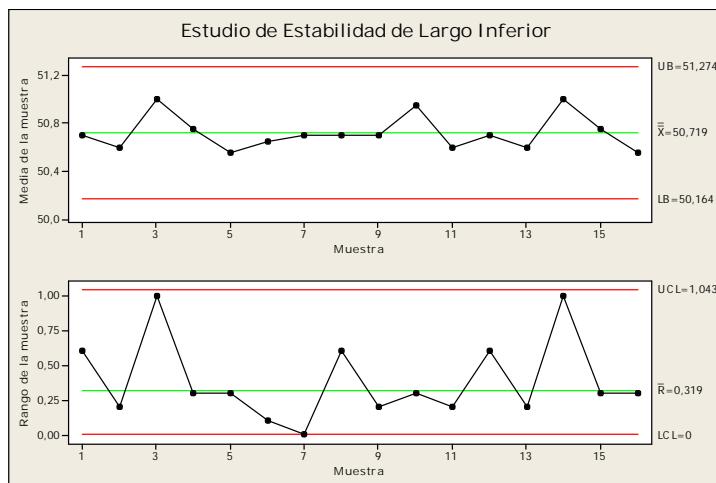


CAPACIDAD DE PROCESO

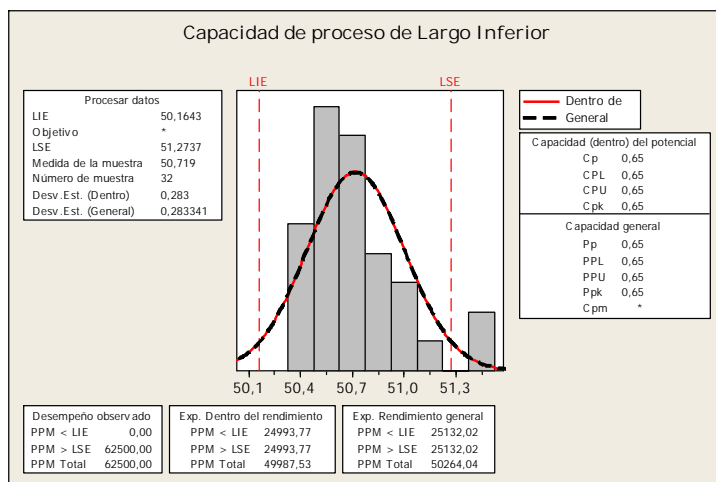


LARGO INFERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

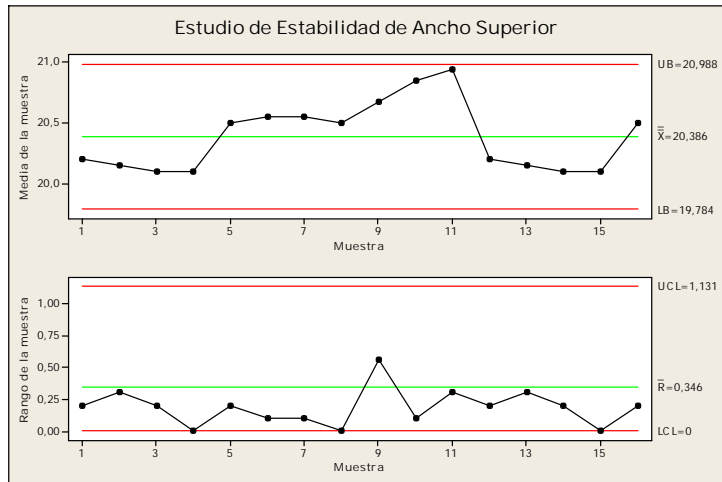


CAPACIDAD DE PROCESO

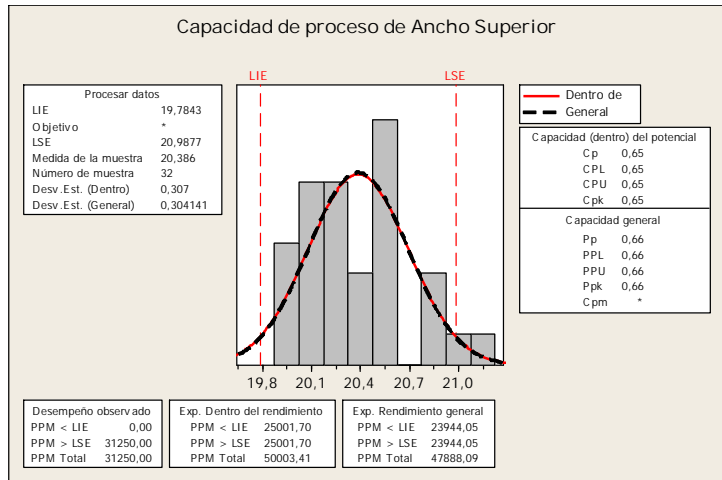


ANCHO SUPERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

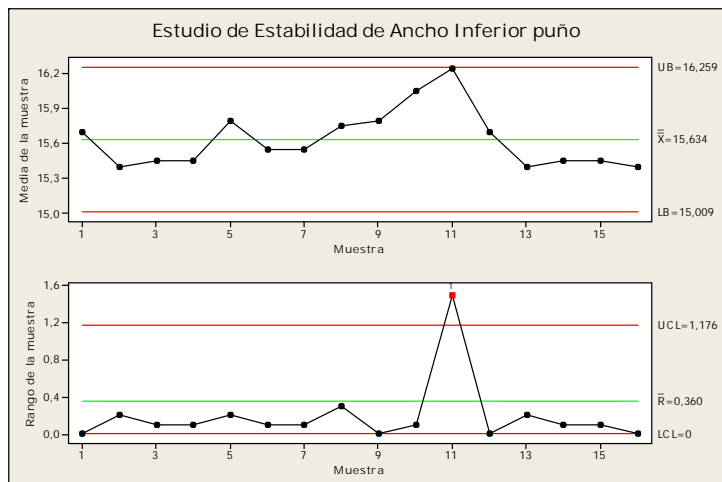


CAPACIDAD DE PROCESO

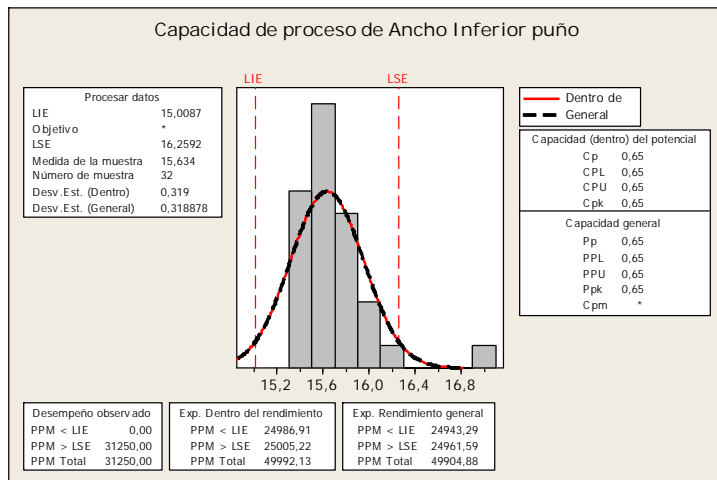


ANCHO INFERIOR PUÑO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

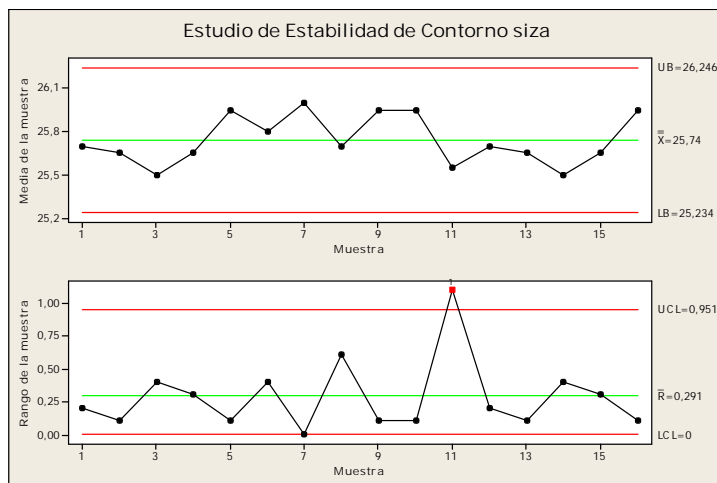


CAPACIDAD DE PROCESO



CONTORNO SIZA

ESTUDIO DE ESTABILIDAD



CAPACIDAD DE PROCESO

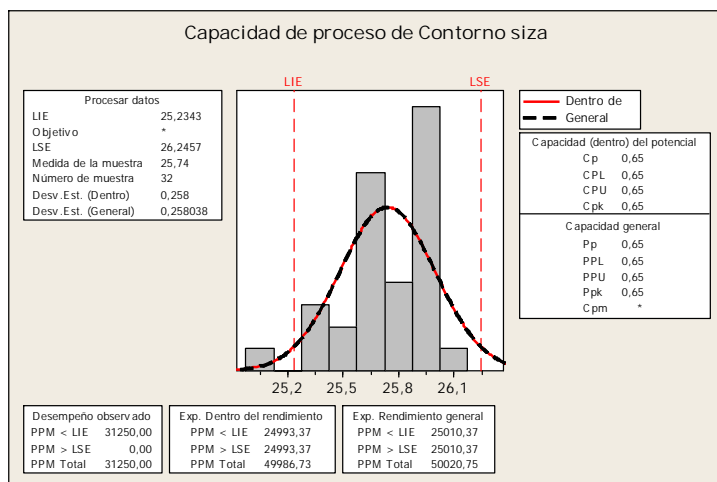
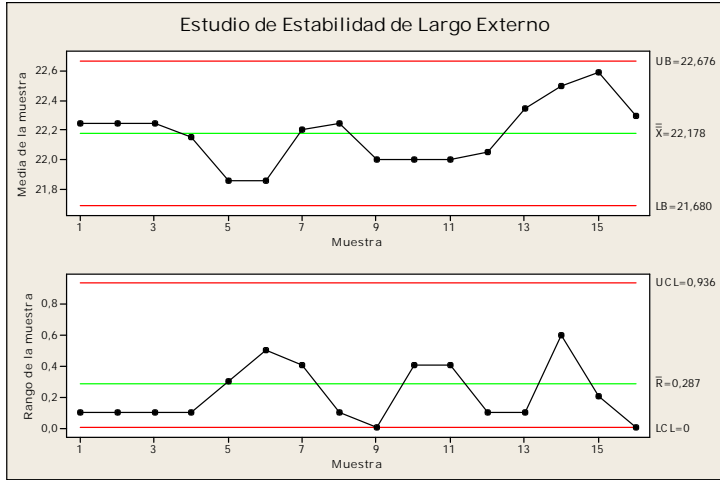


Tabla 6. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza Mangas

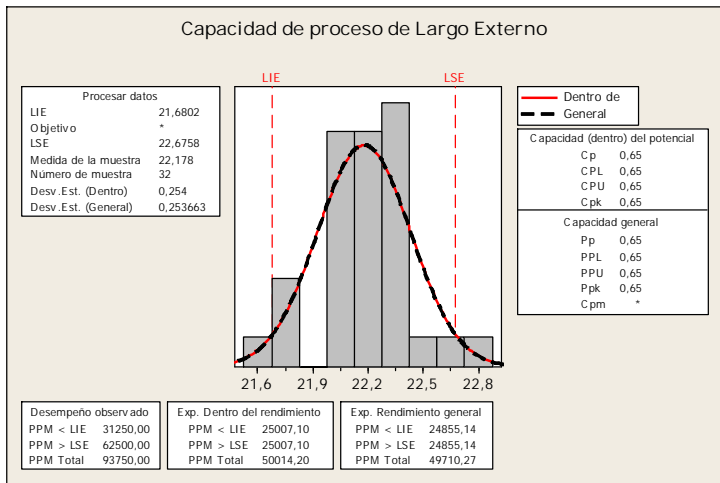
Pieza Bolsillos

LARGO EXTERNO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

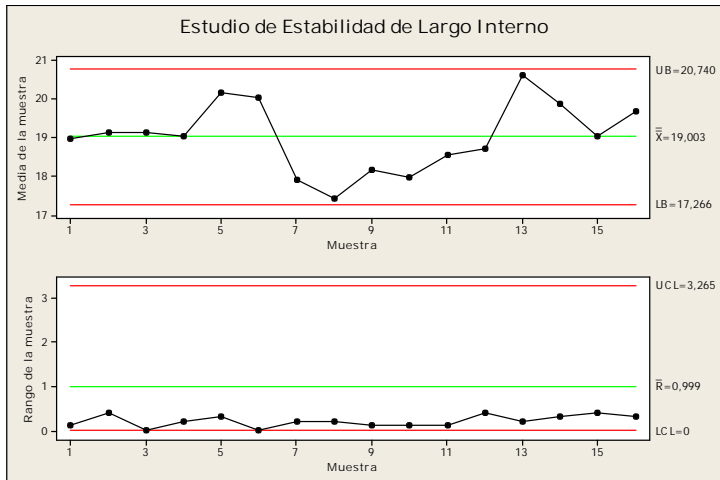


CAPACIDAD DE PROCESO

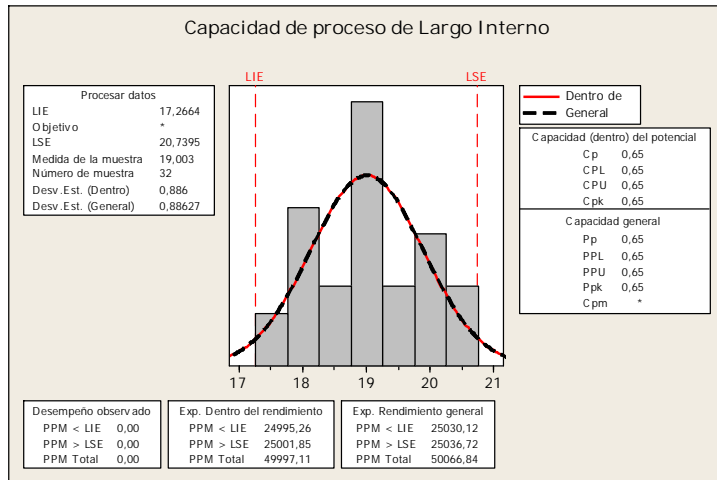


LARGO INTERNO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

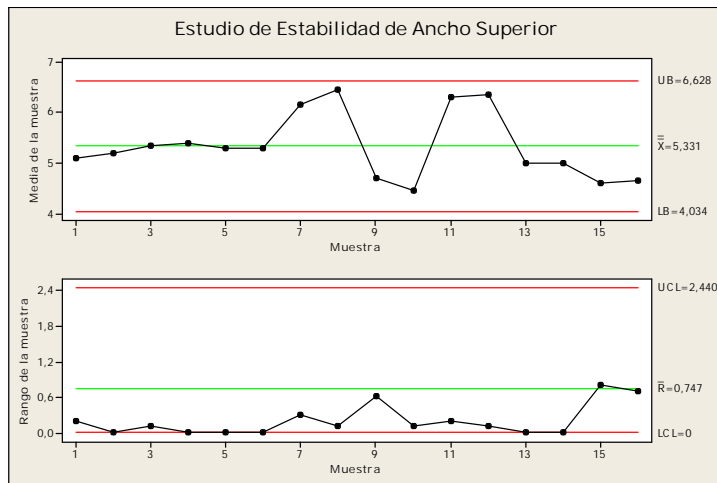


CAPACIDAD DE PROCESO

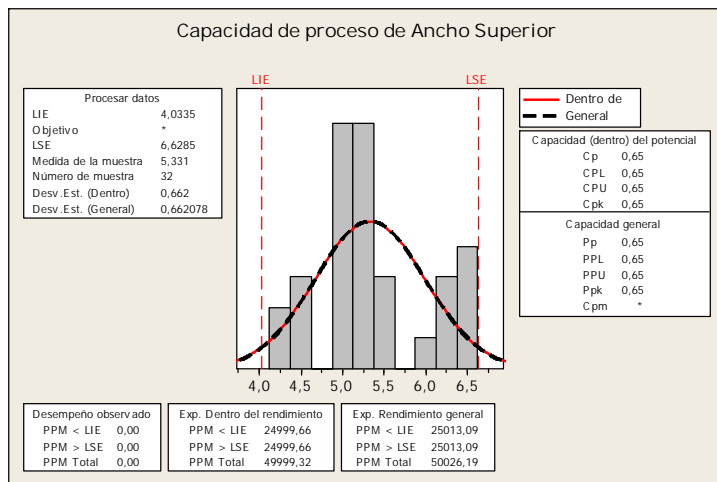


ANCHO SUPERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

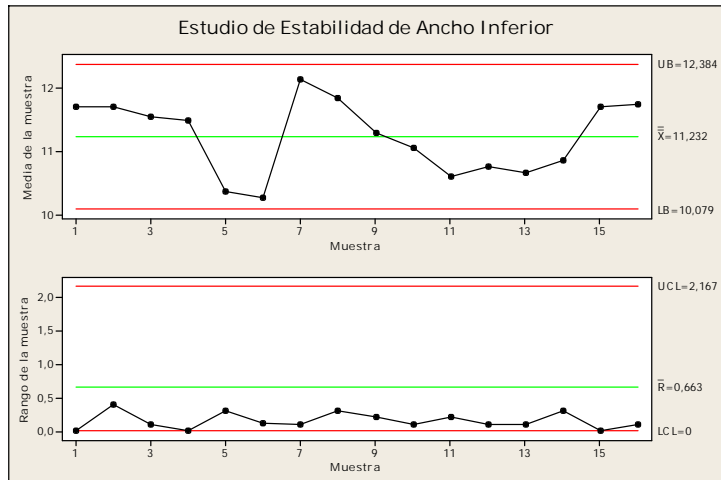


CAPACIDAD DE PROCESO



ANCHO INFERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD



CAPACIDAD DE PROCESO

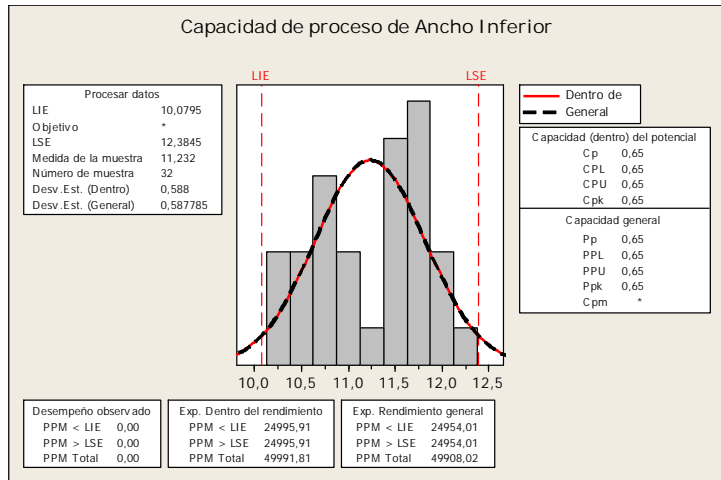
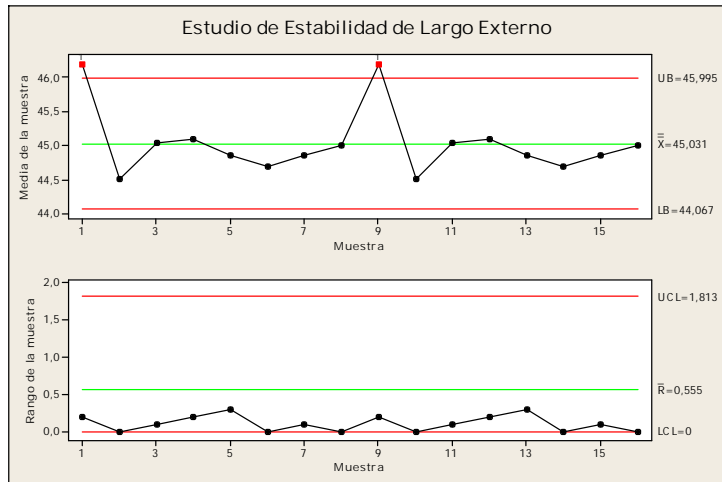


Tabla 7. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza bolsillos

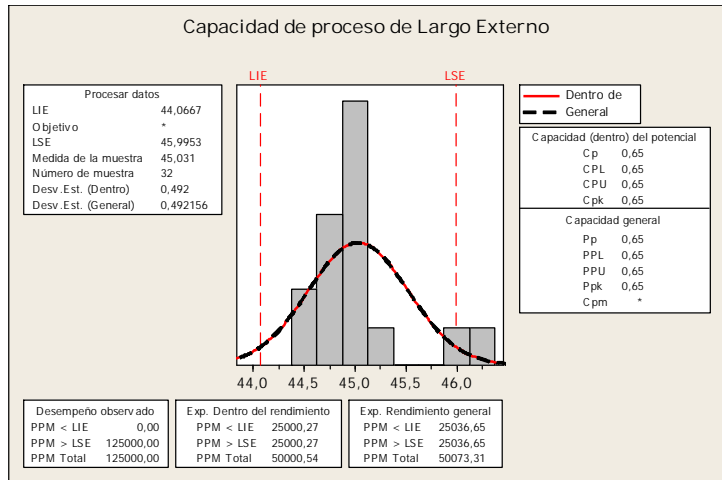
Pieza Delanteros

LARGO EXTERNO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

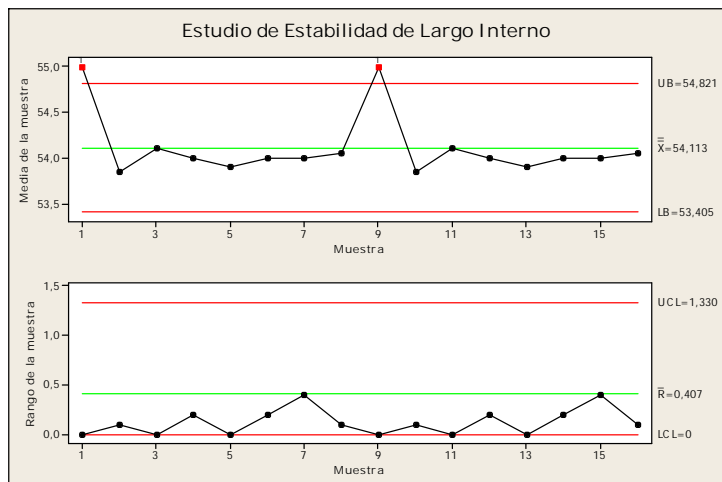


CAPACIDAD DE PROCESO

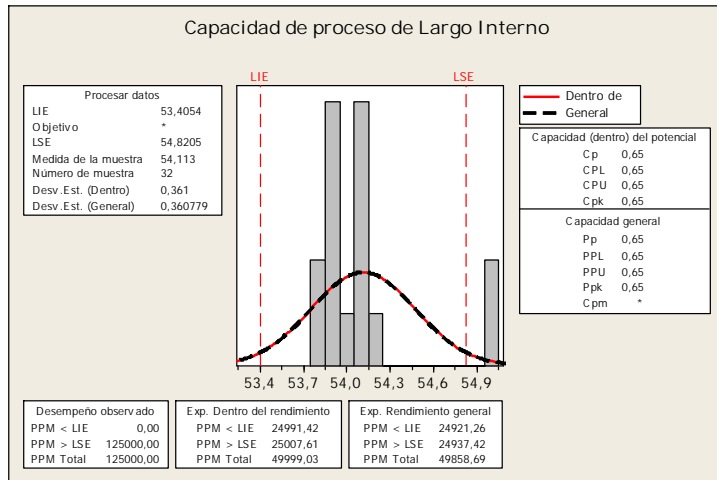


LARGO INTERNO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

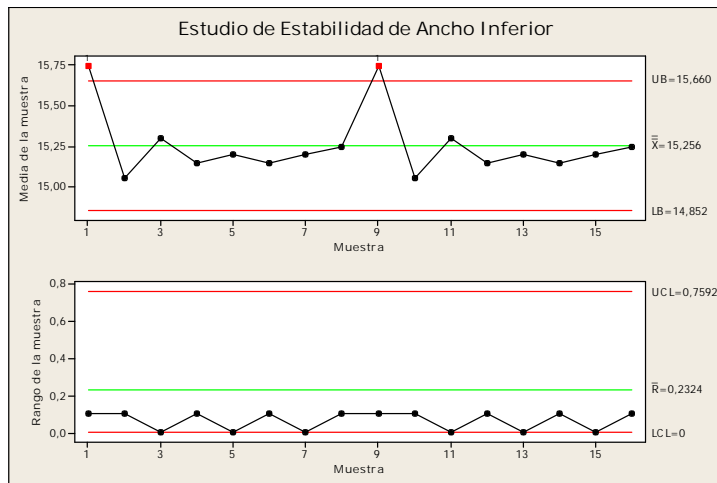


CAPACIDAD DE PROCESO

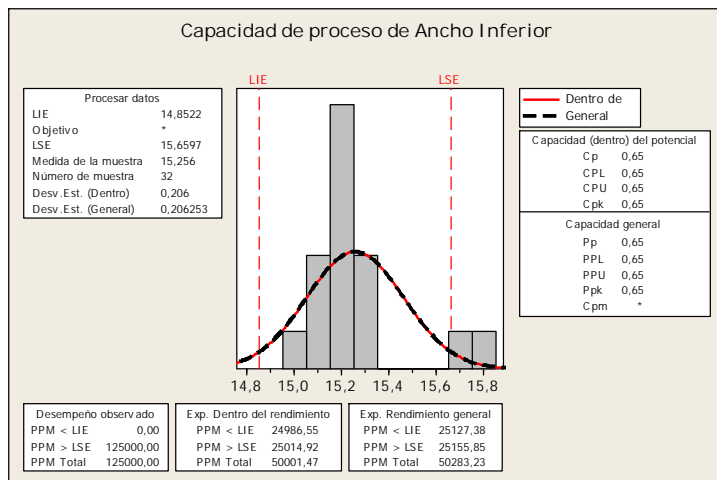


ANCHO INFERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

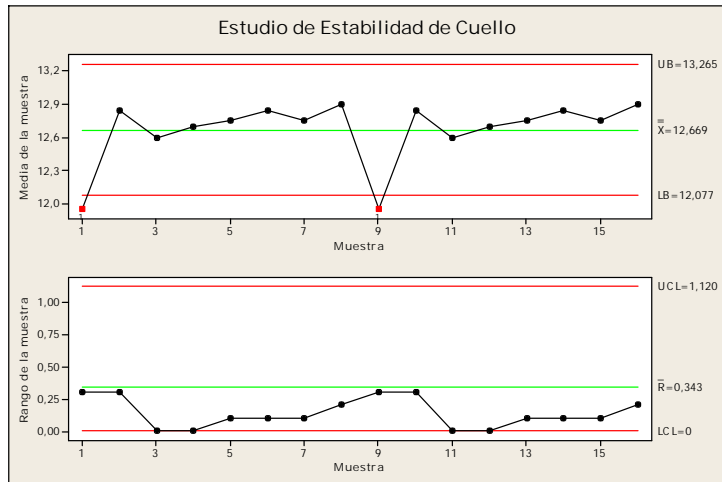


CAPACIDAD DE PROCESO

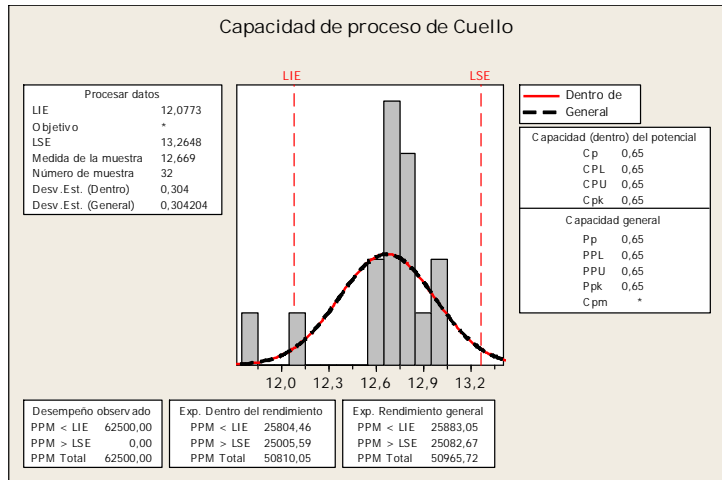


CUELLO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

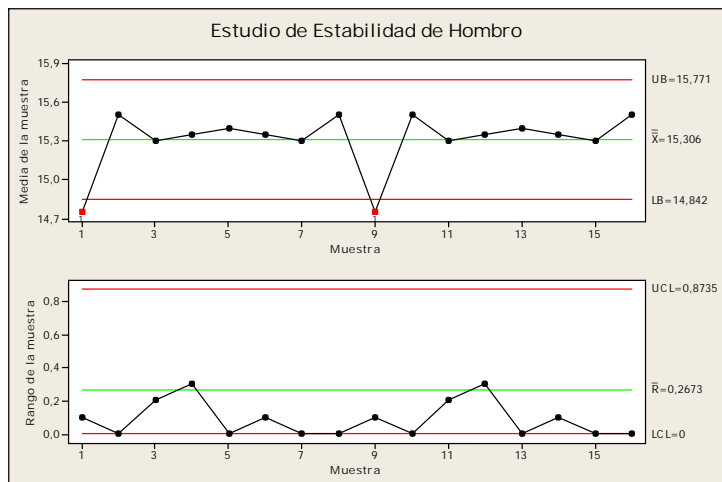


CAPACIDAD DE PROCESO

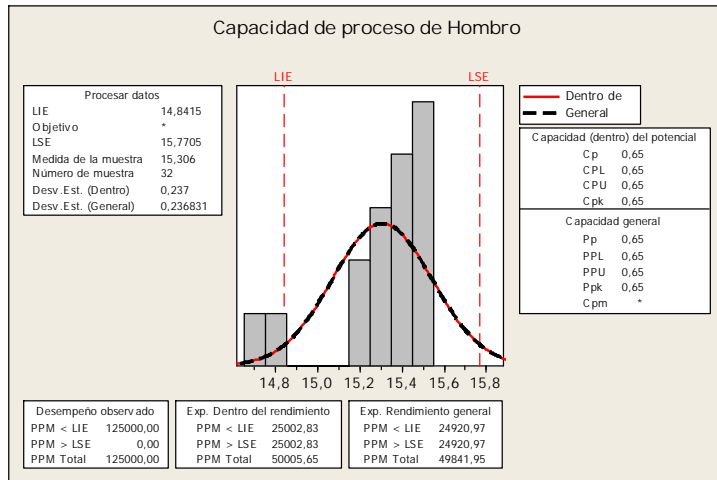


HOMBRO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

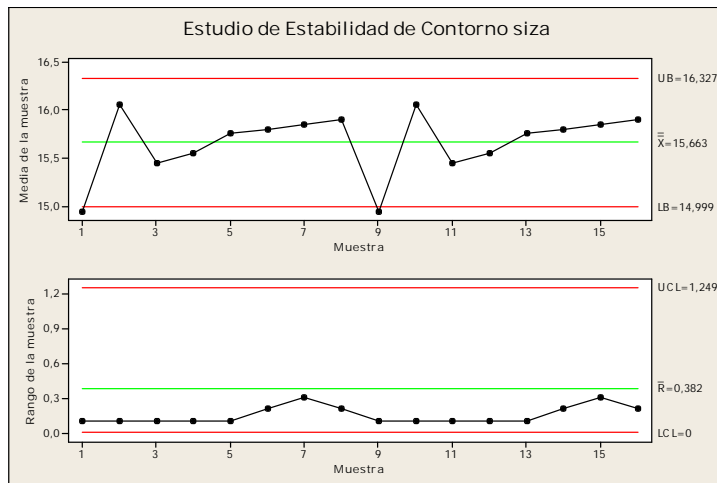


CAPACIDAD DE PROCESO



CONTORNO SIZA

ESTUDIO DE ESTABILIDAD



CAPACIDAD DE PROCESO

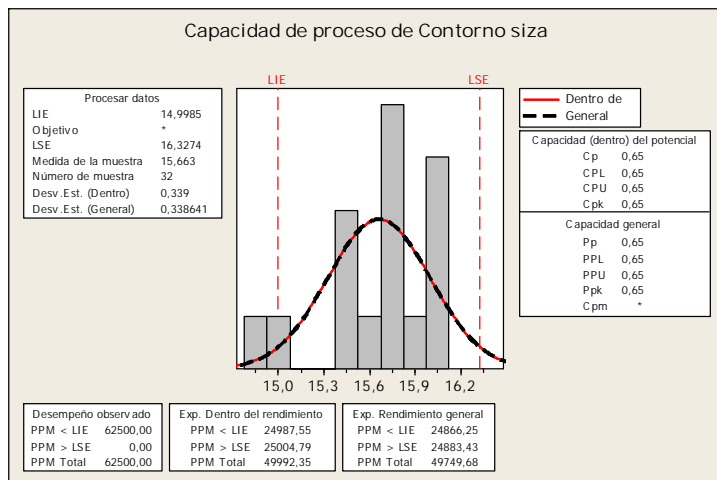
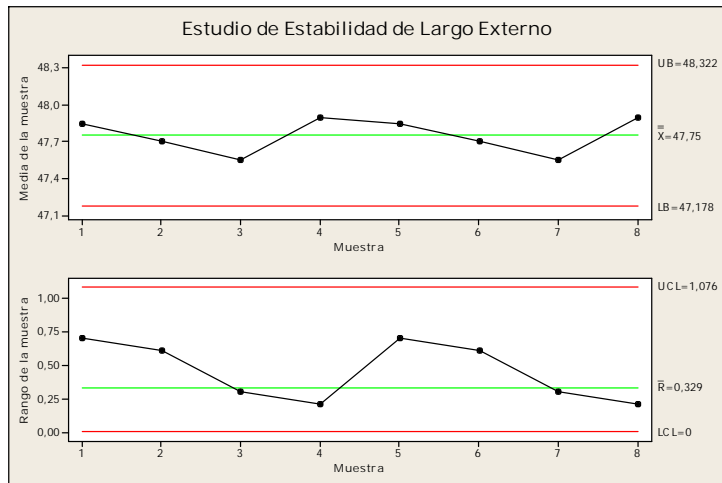


Tabla 8. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza Delanteros

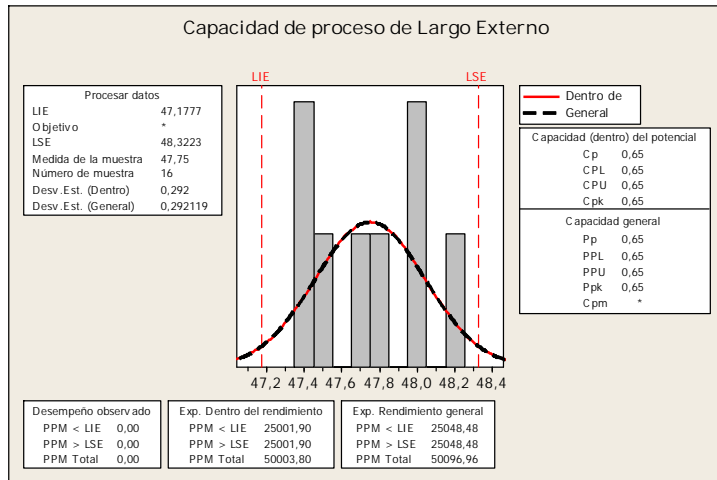
Pieza Espalda

LARGO EXTERNO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

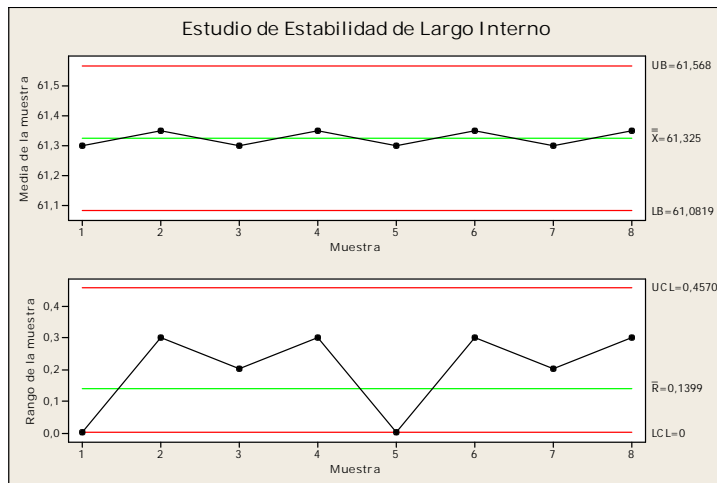


CAPACIDAD DE PROCESO

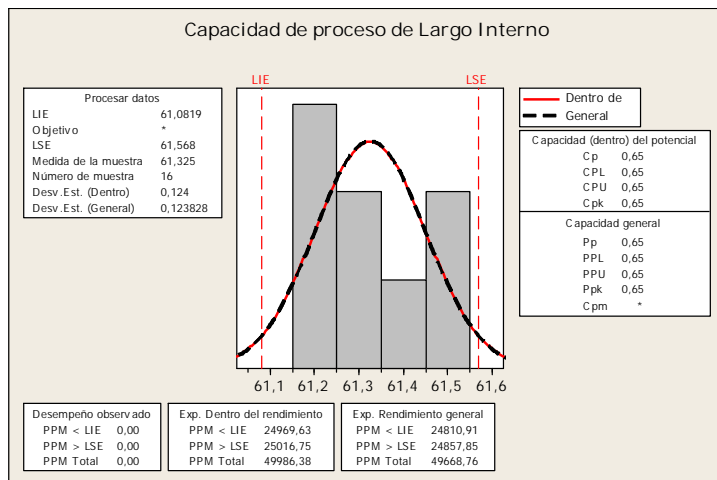


LARGO INTERNO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

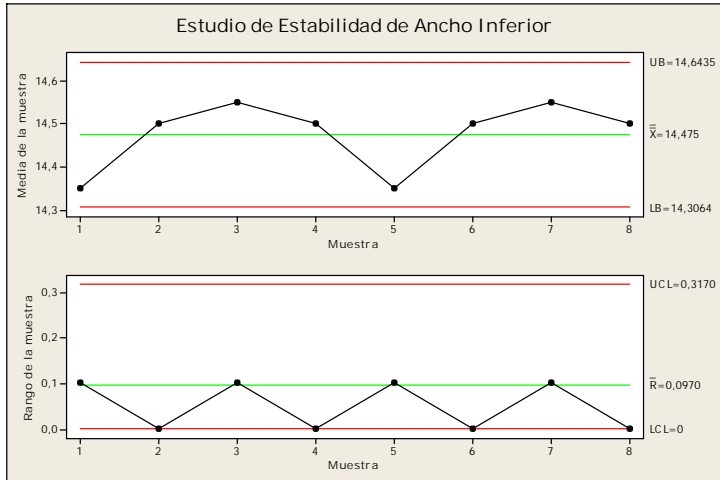


CAPACIDAD DE PROCESO

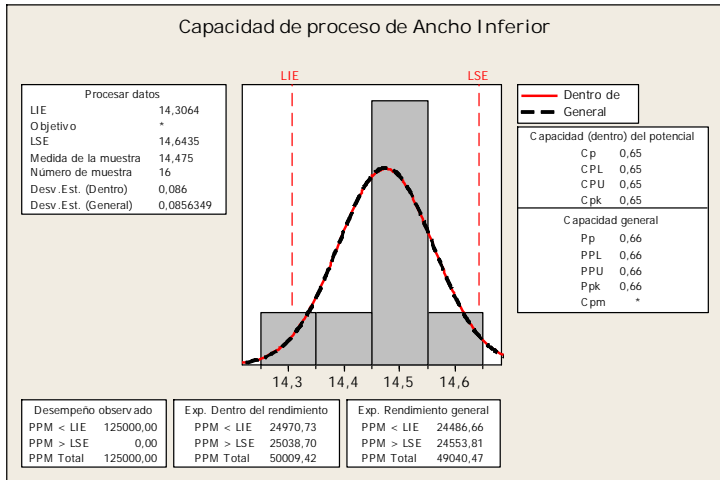


ANCHO INFERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

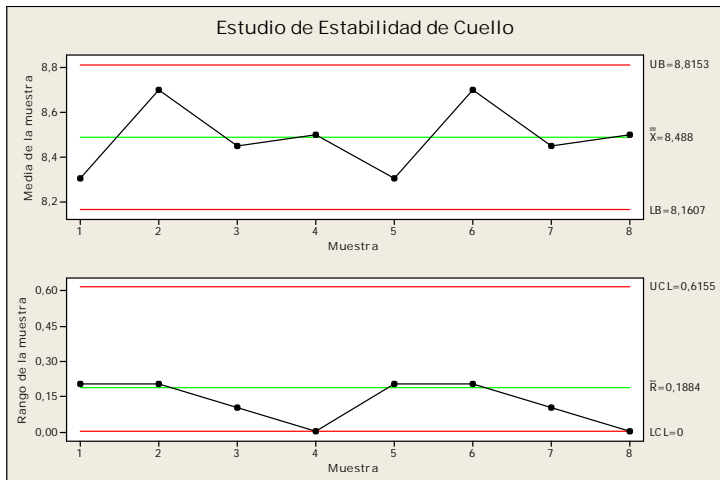


CAPACIDAD DE PROCESO

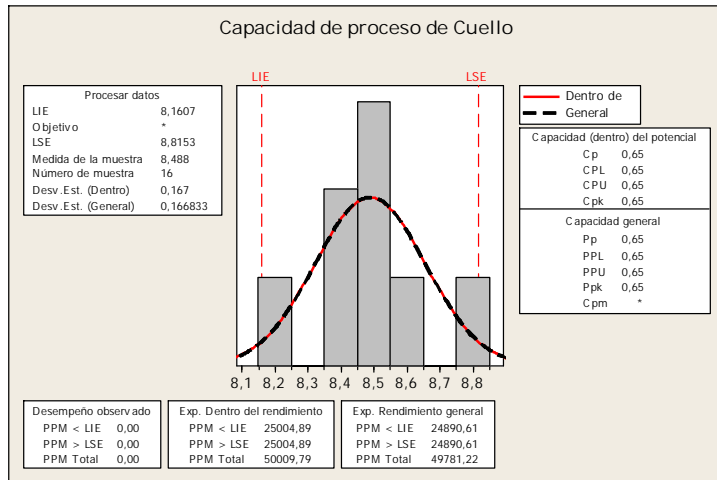


CUELLO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

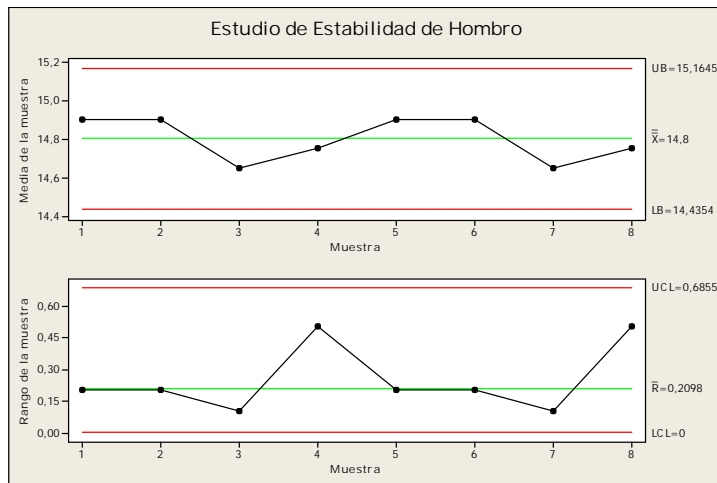


CAPACIDAD DE PROCESO

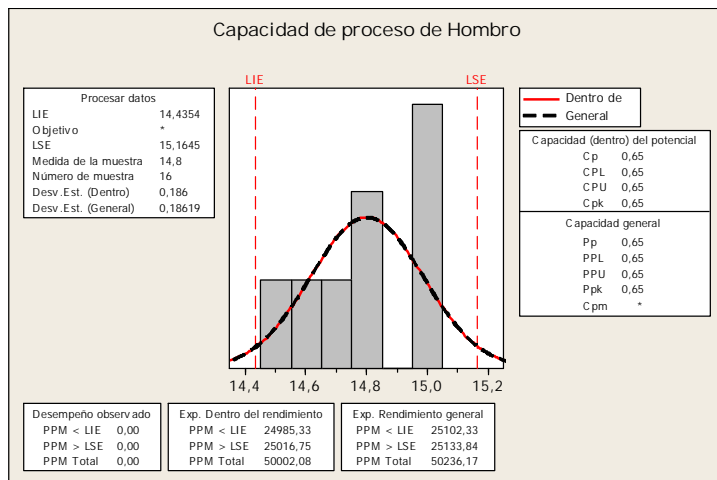


HOMBRO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

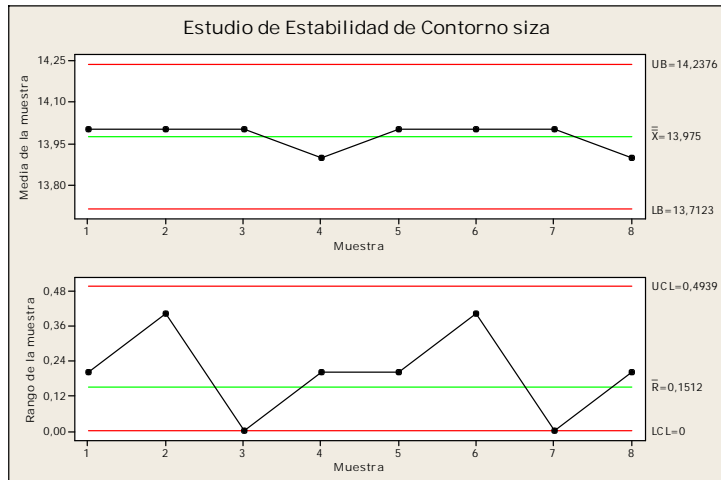


CAPACIDAD DE PROCESO



CONTORNO SIZA

ESTUDIO DE ESTABILIDAD



CAPACIDAD DE PROCESO

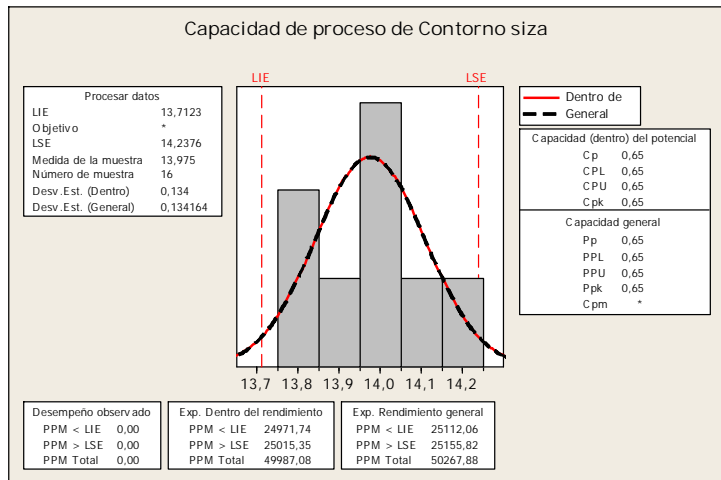


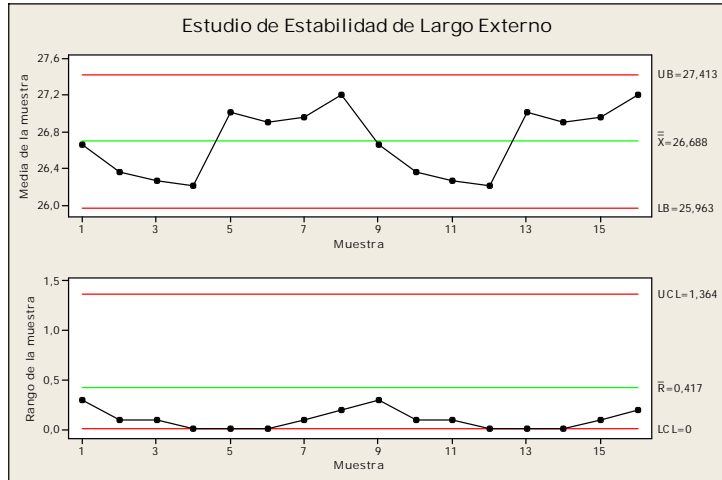
Tabla 9. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza Espalda

PIEZAS DE PANTALÓN

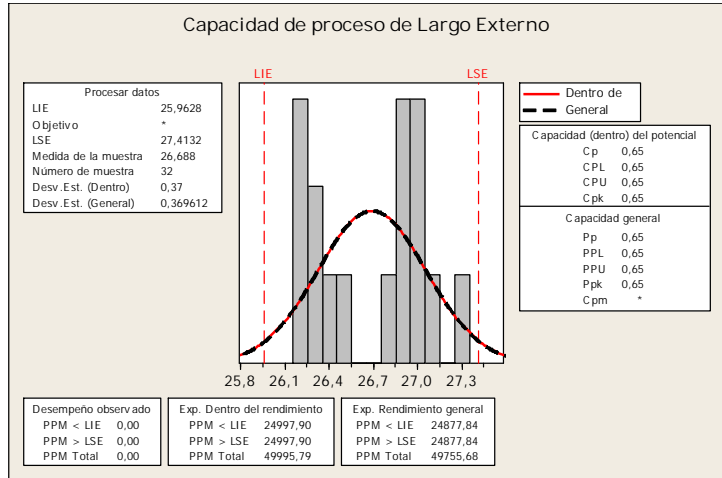
Pieza Bolsillos Frente

LARGO EXTERNO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

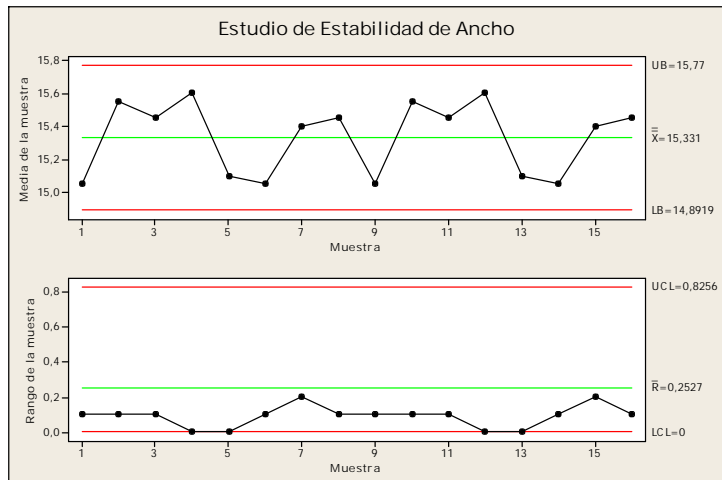


CAPACIDAD DE PROCESO

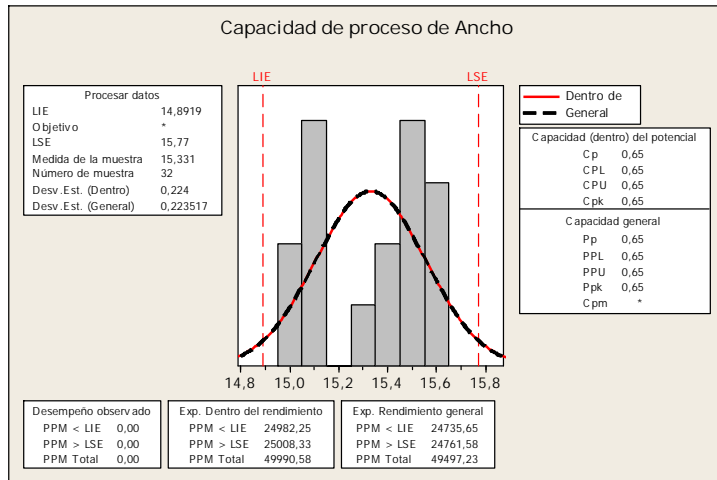


ANCHO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

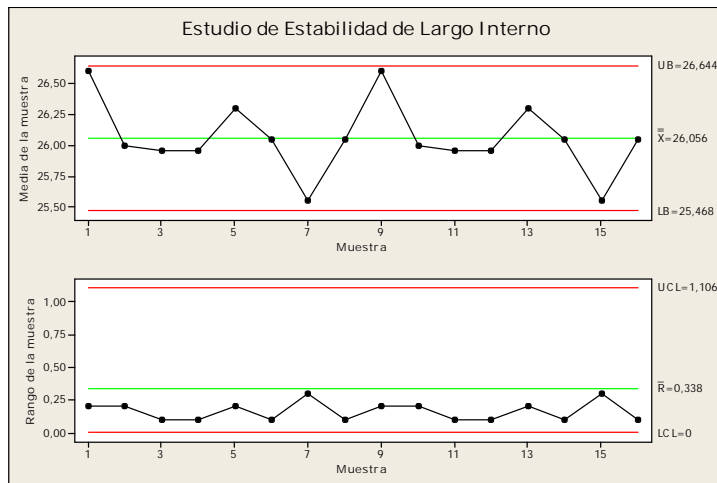


CAPACIDAD DE PROCESO



LARGO INTERNO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD



CAPACIDAD DE PROCESO

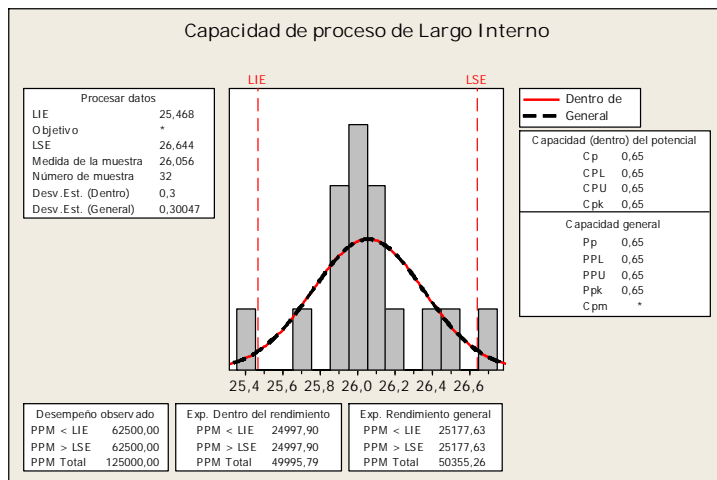
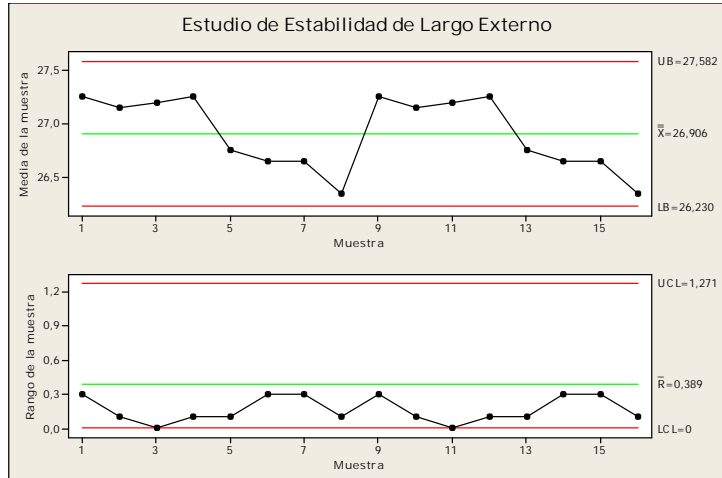


Tabla 10. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza Bolsillos frente

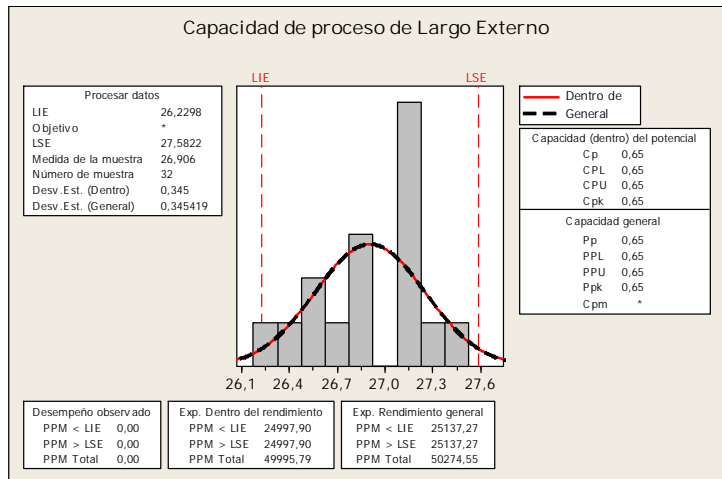
Pieza Bolsillos Espalda

LARGO EXTERNO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

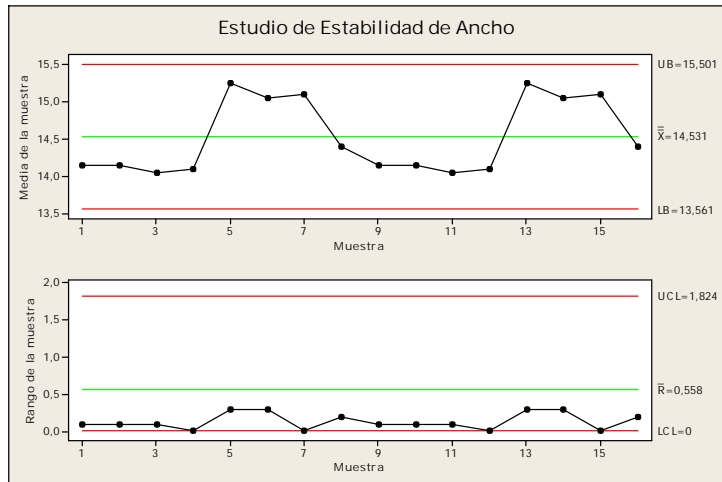


CAPACIDAD DE PROCESO

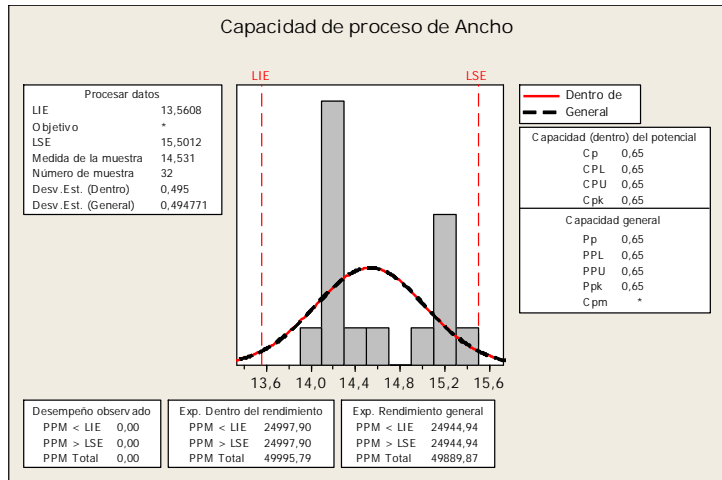


ANCHO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

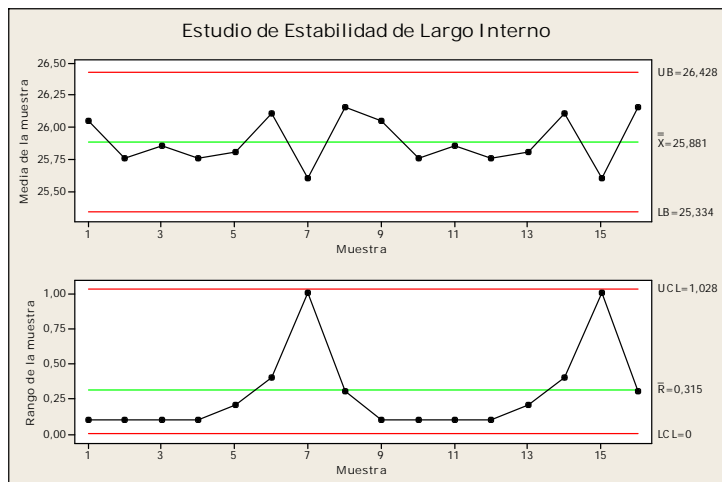


CAPACIDAD DE PROCESO



LARGO INTERNO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD



CAPACIDAD DE PROCESO

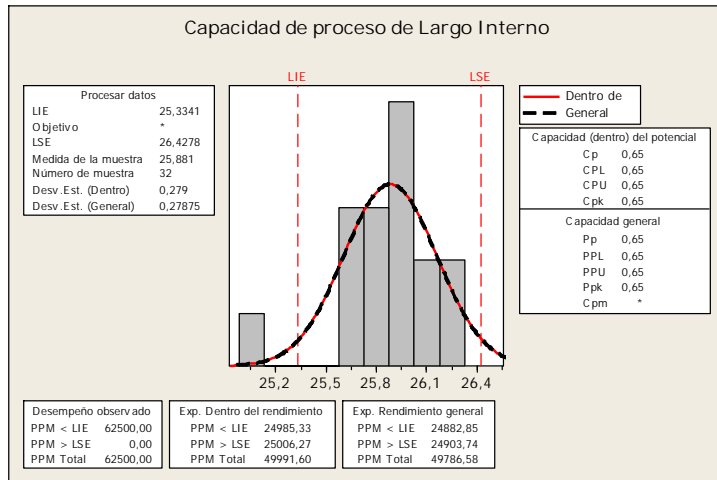
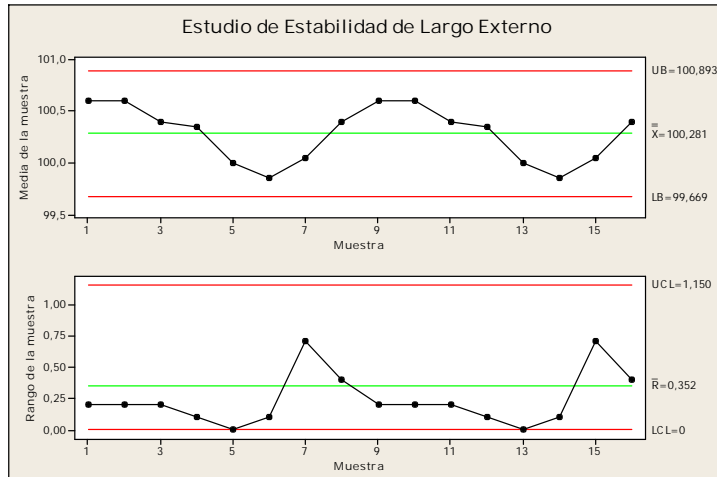


Tabla 11. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza Bolsillos Espalda

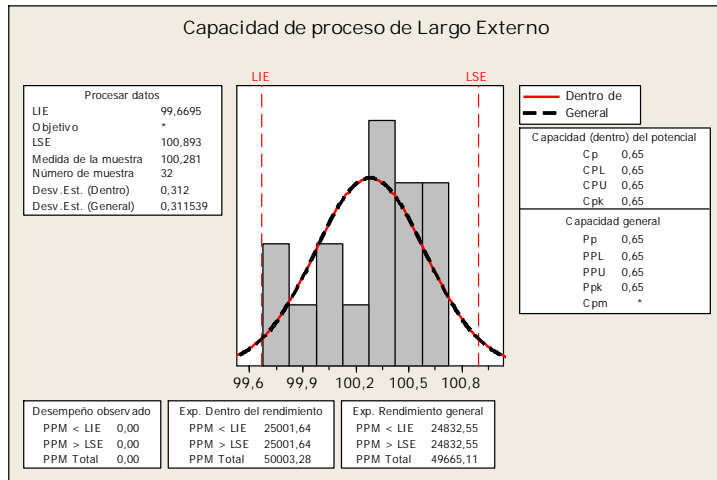
Pieza Frente Pantalón

LARGO EXTERNO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

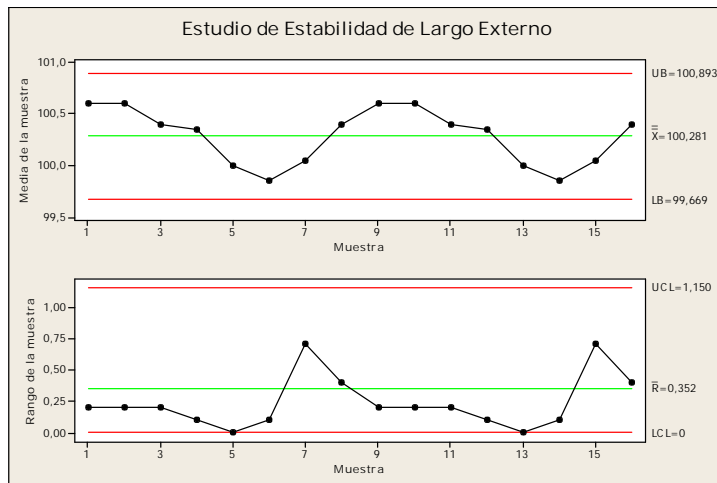


CAPACIDAD DE PROCESO

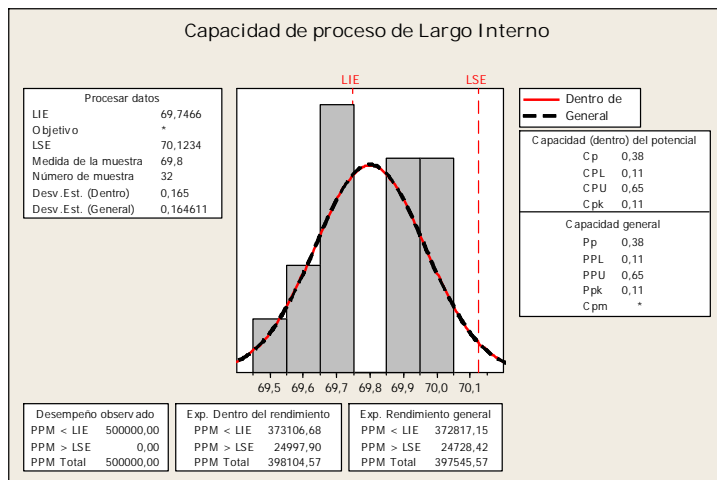


LARGO INTERNO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

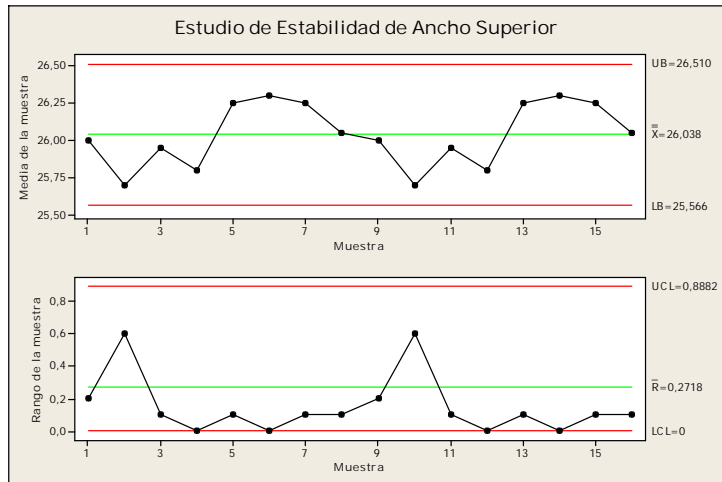


CAPACIDAD DE PROCESO

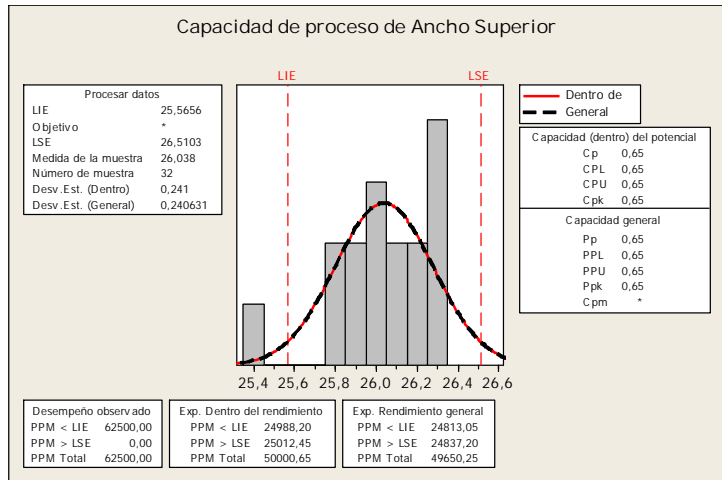


ANCHO SUPERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

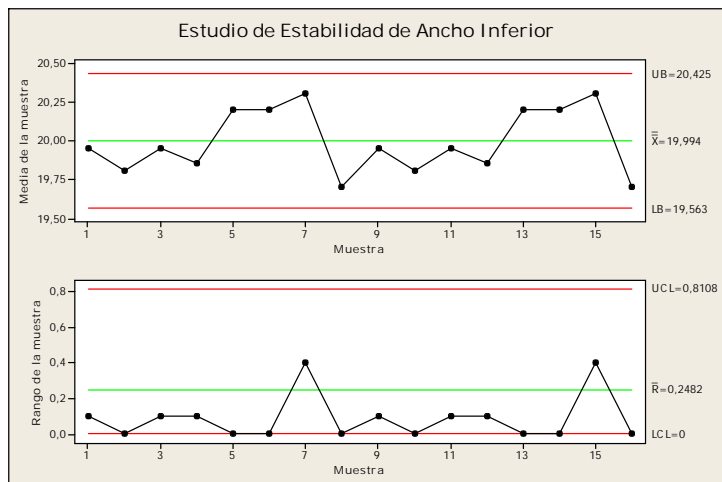


CAPACIDAD DE PROCESO

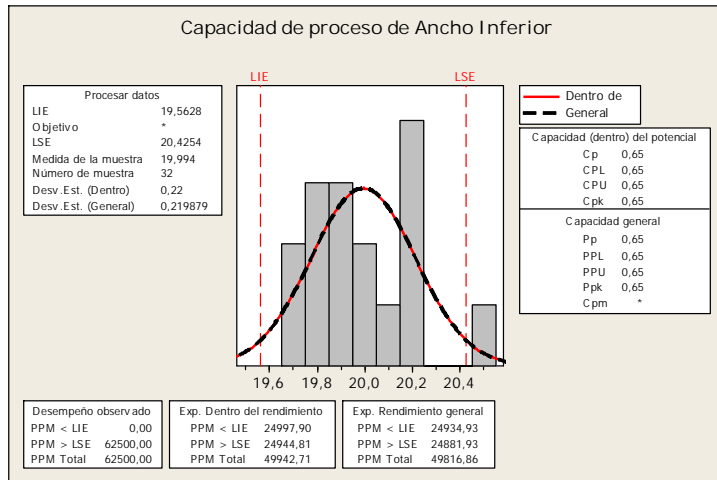


ANCHO INFERIOR

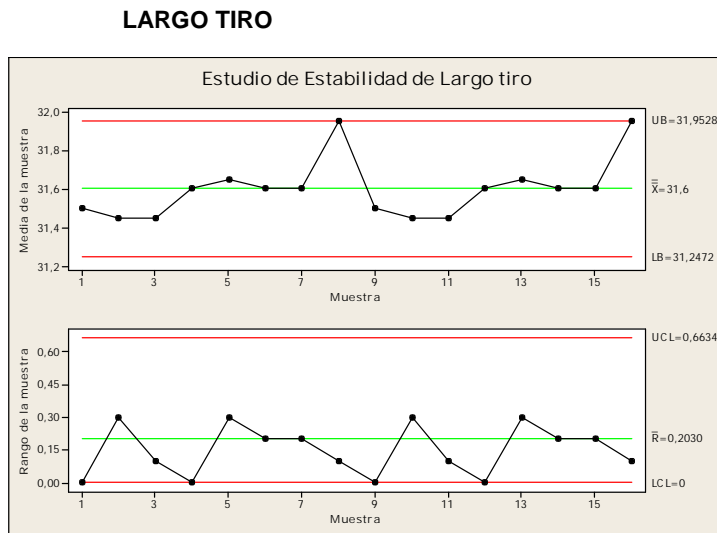
ESTUDIO DE ESTABILIDAD



CAPACIDAD DE PROCESO



ESTUDIO DE ESTABILIDAD



CAPACIDAD DE PROCESO

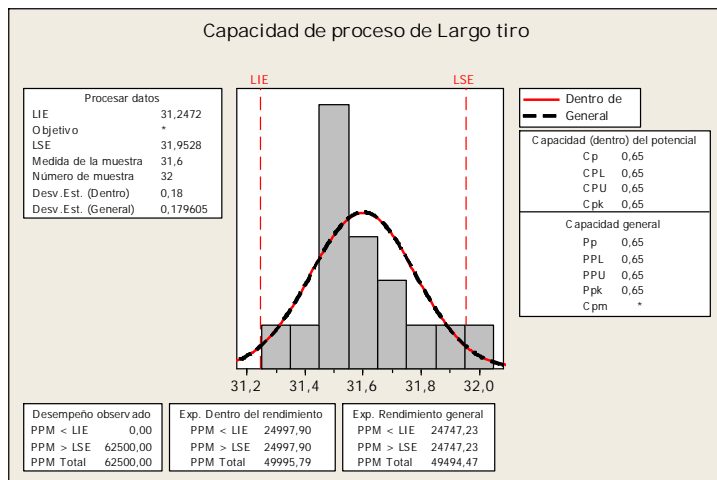
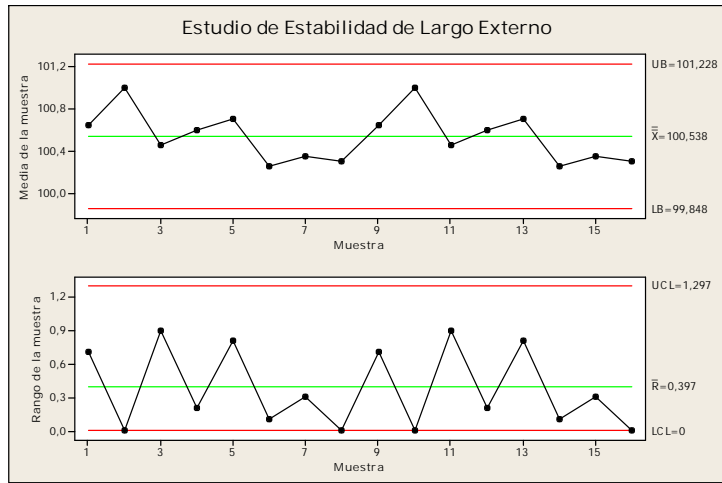


Tabla 12. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza Frente Pantalón

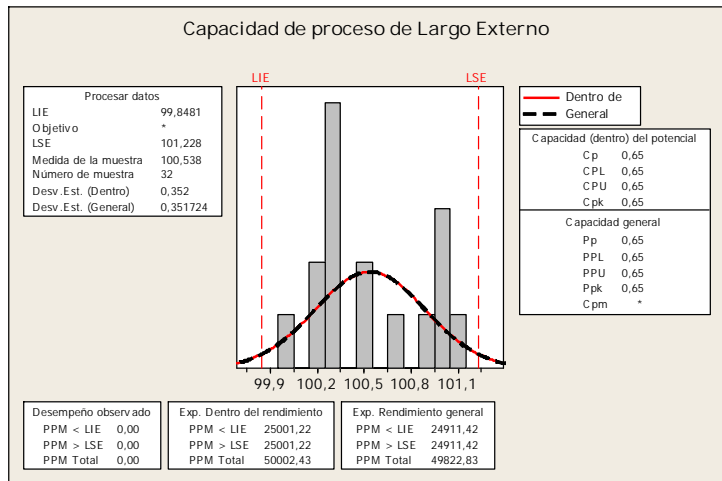
Pieza Espalda Pantalón

LARGO EXTERNO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

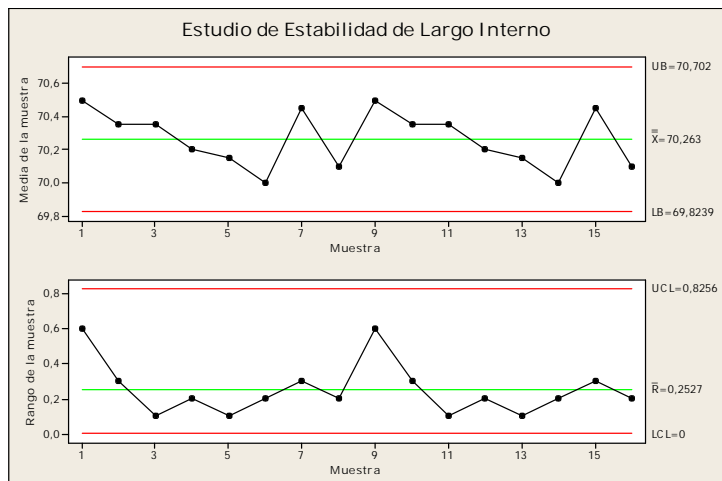


CAPACIDAD DE PROCESO

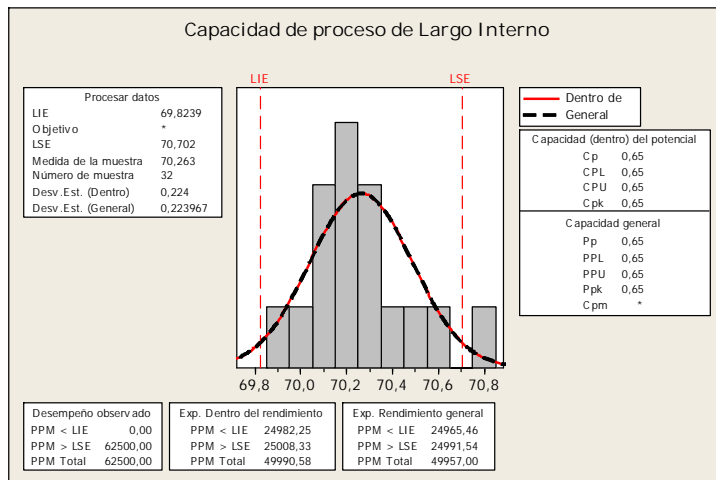


LARGO INTERNO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

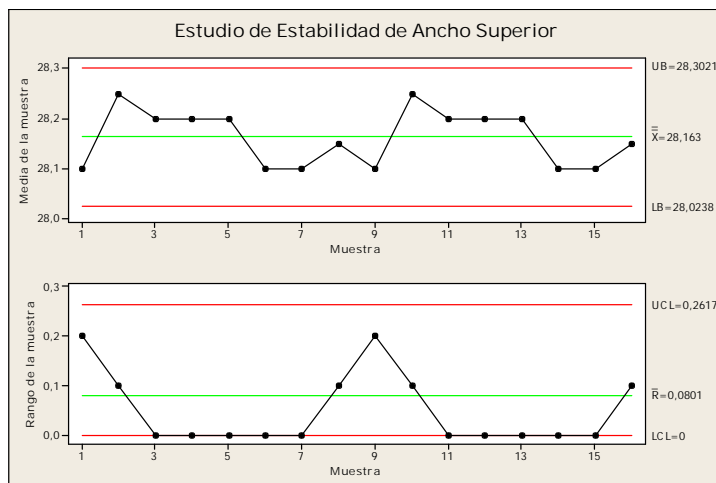


CAPACIDAD DE PROCESO

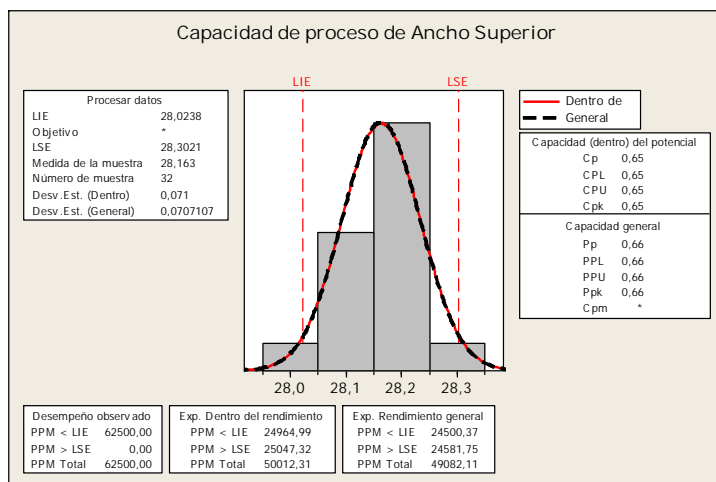


ANCHO SUPERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

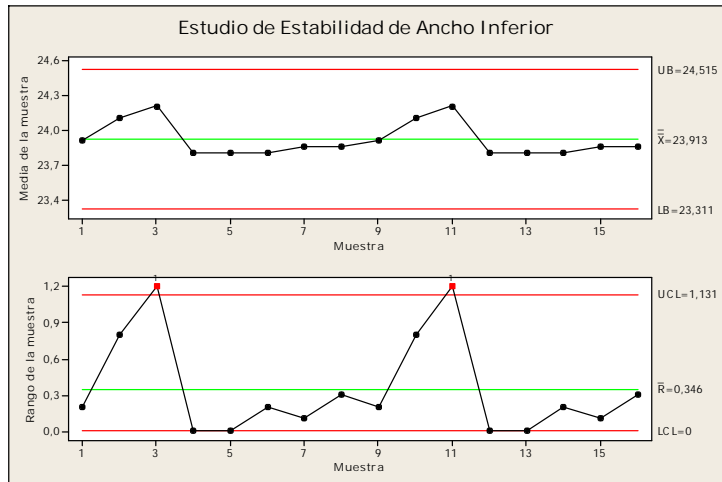


CAPACIDAD DE PROCESO

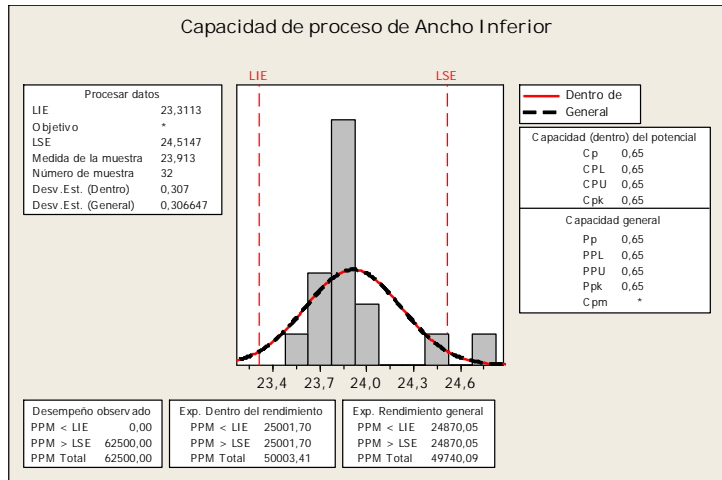


ANCHO INFERIOR

ESTUDIO DE ESTABILIDAD

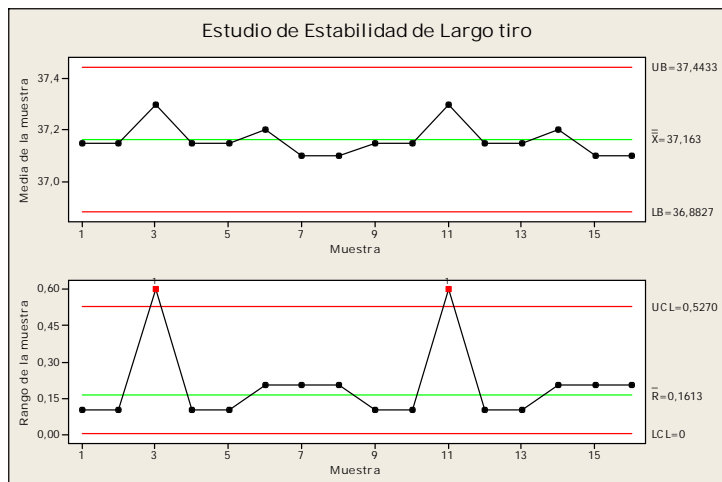


CAPACIDAD DE PROCESO



LARGO TIRO

ESTUDIO DE ESTABILIDAD



CAPACIDAD DE PROCESO

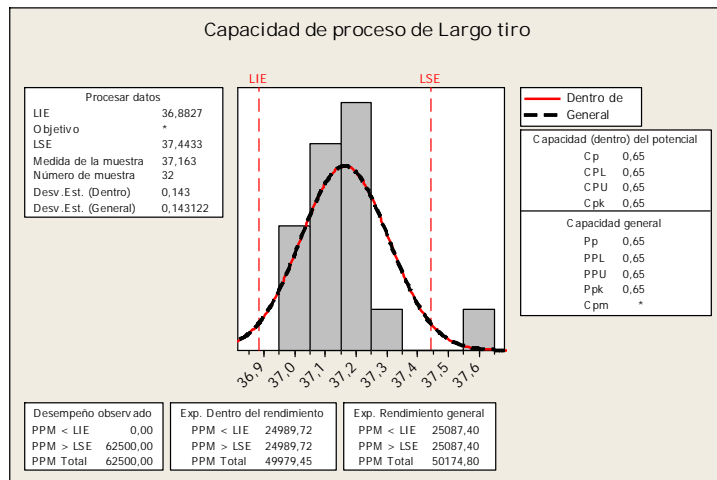


Tabla 13. Estudio de Estabilidad y Capacidad de Proceso Pieza Espalda Pantalón

La situación actual del proceso es muy inestable e incapaz, por lo que para mejorar su situación se deben tomar en cuenta las recomendaciones dadas para mejorar la capacidad del proceso y que la estabilidad sea la adecuada. Las especificaciones inferior y superior están muy alejadas del valor nominal, debemos reducirlas al mínimo para evitar altos niveles de desperdicio.

5.4 FASE ANALIZAR

5.4.1 ANÁLISIS CAUSA-EFECTO

Para la identificación de causas potenciales, mediante lluvia de ideas se generan las potenciales causas y se organizan en el diagrama causa-efecto siguiente:

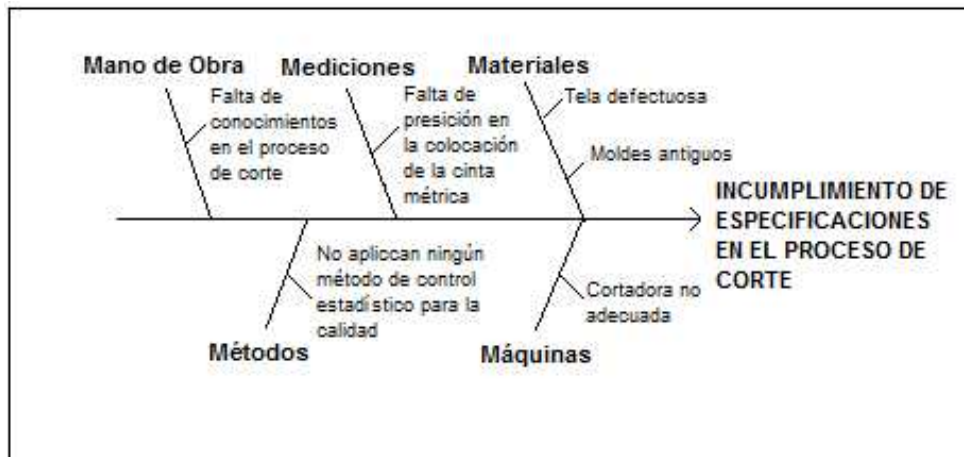


Diagrama 1. Causa-Efecto para el proceso de corte

Una de las hipótesis planteadas es que el exceso de variabilidad de los cortes se debe al mal método de corte aplicado por el personal, si se crea un nuevo método, máquinas y materiales adecuados que den por resultado valores cercanos al valor nominal.

A partir de este diagrama de Ishikawa y del conocimiento del proceso se considera que las X's potenciales que vale la pena investigar más a fondo son:

- X_1 : Diseño de calentador
- X_2 : Desdoblar tela
- X_3 : Tender tela en mesa
- X_4 : Colocar moldes
- X_5 : Cortar piezas

Estos factores pertenecen al proceso corte, en donde se combina todo el proceso, la solución sería identificar el factor o factores vitales para establecer la mejora en todo el proceso.

5.4.2 HERRAMIENTA CINCO ¿POR QUE'S?

1. Existe mucho desperdicio de materia prima. ¿Por qué?
2. Las piezas cortadas tienen mucha variabilidad. ¿Por qué?
3. Al momento del ensamble, las piezas no concuerdan. ¿Por qué?
4. Las prendas salen desiguales. ¿Por qué?
5. Los clientes se quejan por las prendas que son disparejas. ¿Por qué?

Respuesta: El método de corte no es adecuado, específicamente el proceso de tender tela, ya que este no lo realizan hacen un doble de capas de tela en el aire, produciendo mucha desigualdad al momento de cortar.

5.4.3 DIAGRAMA DE ÁRBOL

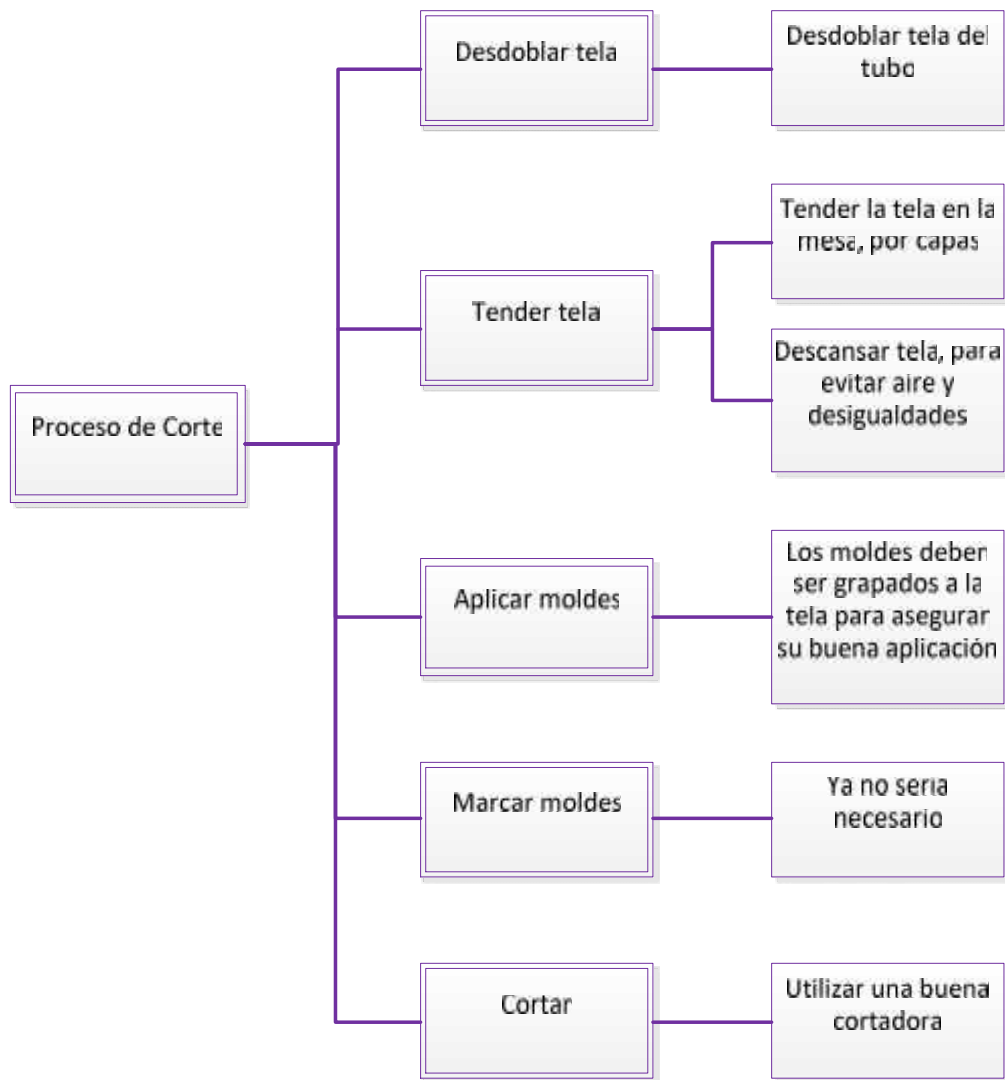


Diagrama 2. Árbol de Proceso de Corte

5.4.4 DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

Variabilidad (cm)	Desperdicio (%)
16,10	4,42
19,80	10,31
24,70	15,55
41,40	6,47
41,80	4,32
42,00	5,89
57,10	16,67
60,60	10,53
65,80	16,55
66,40	9,61
80,40	7,14
95,60	8,26
133,30	13,74

Tabla 14. Datos de Dispersión

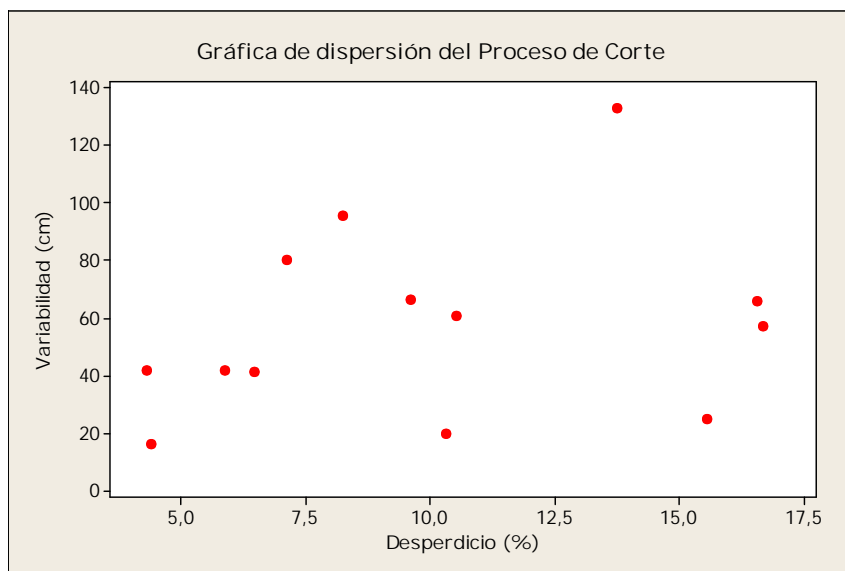


Diagrama 3. Dispersión de Proceso de Corte

En el diagrama de dispersión se aprecia que no hay una relación o correlación entre las dos variables, esto sucede ya que de acuerdo a la pieza de corte y el método de ejecución de este proceso está mal procesado, ocurre la variabilidad y cantidad de desperdicio no relacionadas en su totalidad.

5.5 FASE MEJORAR

Identificado el proceso de corte como el área con más defectos, se desarrolla el siguiente sistema de mejoras:

5.5.1 IMPLEMENTACIONES DE MEJORAS

1. Implementación de un programa de diseño de prendas.

Trazo:

Se lo hace con ayuda del programa Audaces en la ventana de auto trazo, donde se diseña el molde para luego ser impreso en el plotter.



Fotografía 1. Software de Diseño de Prendas de Vest



Fotografía 2. Plotter de diseñ

Esta implementación nos permite realizar los cortes con exactitud, de acuerdo al modelo del calentador y tallas con iguales medidas.

2. Implementación de un coche de tela.

Tender tela:

Se realiza manualmente ya que los rollos de tela son cargadas en el coche sobre la mesa que es empujado de arriba hacia abajo, esto ayuda a que la tela se vaya tendiendo con mayor facilidad y menor esfuerzo físico.



Fotografía 3. Coche de corrida de tela

Esto evita el proceso de desdoblar la tela, que lo hacían en el piso, produciendo que se manche la tela y torsiones a esta para producir más desigualdad al corte.

3. Implementación de nuevos procesos.

Reposo de tela:

Se lo deja mínimo por 1 hora, esto se hace por que existen telas que tienden a encogerse después del tendido; generalmente sucede en tela bioto y deadora, con la que es confeccionado nuestros productos.



Fotografía 4. Reposo de tela

Engrampado de Trazos:

Se pone el trazo impreso sobre la tela ya reposada, luego se va grapando para que el molde no se mueva al momento del corte



Fotografía 5. Engrapado de tela 1



Fotografía 6. Engrapado de tela 2

Corte:

Una vez grapado los trazos se procede al corte de la tela con una cortadora, que lo realiza la operaria manualmente siguiendo el trazo del diseño.



Fotografía 7. Corte de tela 1



Fotografía 8. Corte de tela 2

Etiquetado y revisado:

Se lo hace una vez que ya está cortada la tela, con el fin de poner en cada despiece el código de color y la talla. El revisado consiste en verificar que no haya fallas, sean estas por desgarres de tela, cortes desiguales entre otras.



Fotografía 9. Etiquetado y revisado de piezas cortadas

El proceso de Corte ha sido modificado en su totalidad, implementando nuevos procesos que mediante el control estadístico demostraremos si estos mejorar la capacidad y productividad del proceso.

5.5.2 INDICADORES DE CAPACIDAD Y PRODUCTIVIDAD

5.5.2.1 Mejora de Capacidad

Datos de muestras para el proceso de corte de Calentador Elicio talla (S) para hombre:

PIEZAS DE CHOMPA

Pieza Cuello 1

Tela: Diadora (color gris)

Dimensiones reales:

Largo superior: 60,0 cm.

Largo Inferior: 60,0 cm.

Ancho Superior: 13,0 cm.

Ancho Inferior: 13,0 cm.



Gráfico 15. Pieza cuello color gris

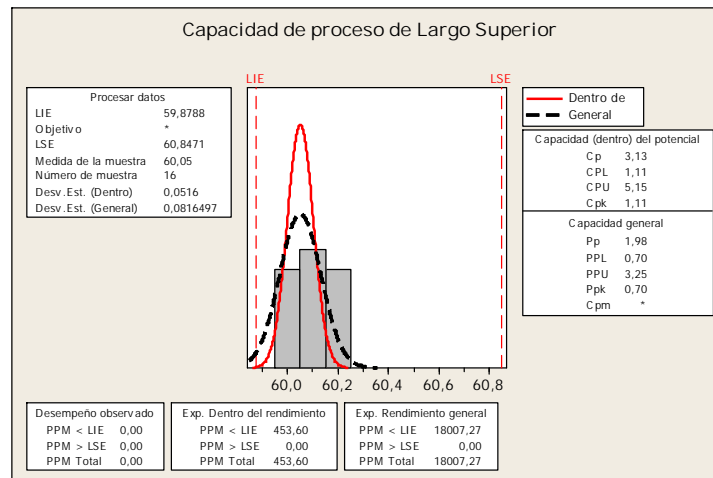
N°	Largo Superior (cm)	Largo Inferior (cm)	Ancho Superior (cm)	Ancho Inferior (cm)
1	60,1	60,1	13,0	13,1
2	60,0	60,0	13,0	13,0
3	60,0	60,0	13,0	13,0
4	60,0	60,0	13,0	13,1
5	60,0	60,1	13,0	13,0
6	60,1	60,0	13,1	13,1
7	60,1	60,0	13,0	13,1
8	60,0	60,0	13,1	13,0
9	60,1	60,0	13,1	13,1
10	60,1	60,0	13,0	13,0
11	60,1	60,0	13,1	13,0
12	60,0	60,1	13,1	13,0
13	60,1	60,0	13,0	13,1
14	60,1	60,0	13,0	13,0
15	60,0	60,0	13,0	13,1
16	60,0	60,1	13,0	13,1

Sumatoria	960,8	960,4	208,5	208,8
Valor Nominal	60,0	60,0	13,0	13,0
Media	60,050	60,025	13,031	13,050
Desviación Estándar	0,0516	0,0447	0,0479	0,0516
Considerando un intervalo de tolerancia de ± 0.05, donde el valor del punto crítico $Z / 2 = 1,96$				
Extremo Inferior	59,8788	59,8175	12,7669	12,8717
Extremo Superior	60,8471	60,5584	13,6450	13,6283
Índices Cp, Cpk y Cpm				
Índice Cp	3,1276	2,7625	3,0553	2,4438
Índice Cpi	1,1059	1,5473	1,8378	1,1518
Índice Cps	5,1492	3,9776	4,2728	3,7358
Índice Cpk	1,1059	1,5473	1,8378	1,1518
Valor σ_{Cpm}	0,0718	0,0512	0,0570	0,0718
Índice Cpm	13,4860	14,4707	15,4052	10,5376

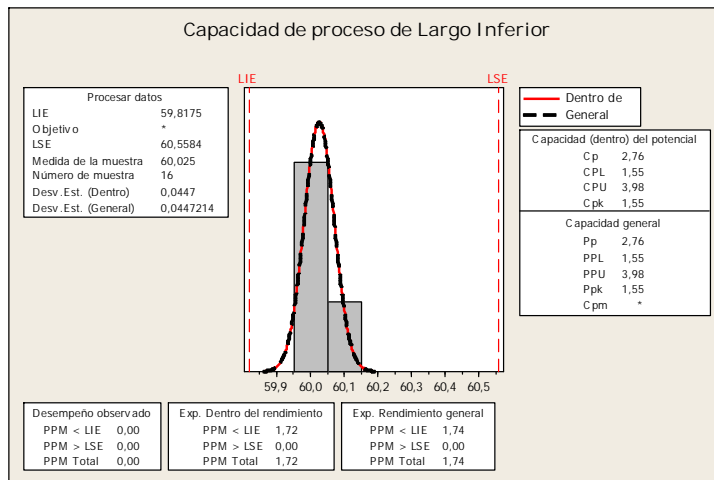
Cuadro 28. Capacidad Mejorada Pieza Cuello 1

DIAGRAMAS DE CAPACIDAD DE PROCESOS PIEZA CUELLO 1

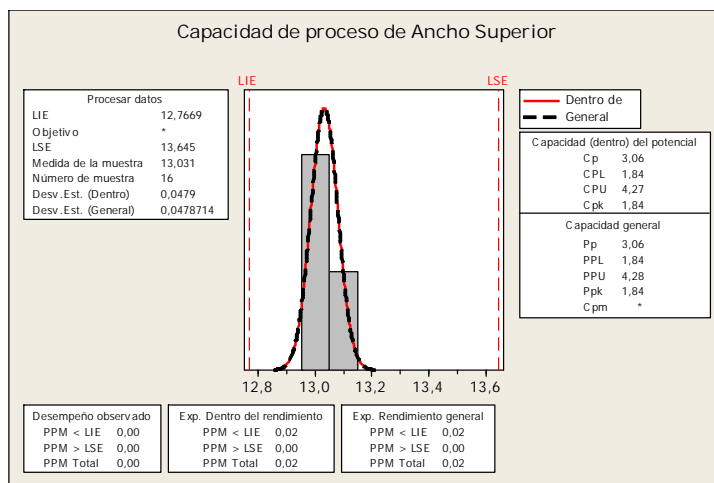
LARGO SUPERIOR



LARGO INFERIOR



ANCHO SUPERIOR



ANCHO INFERIOR

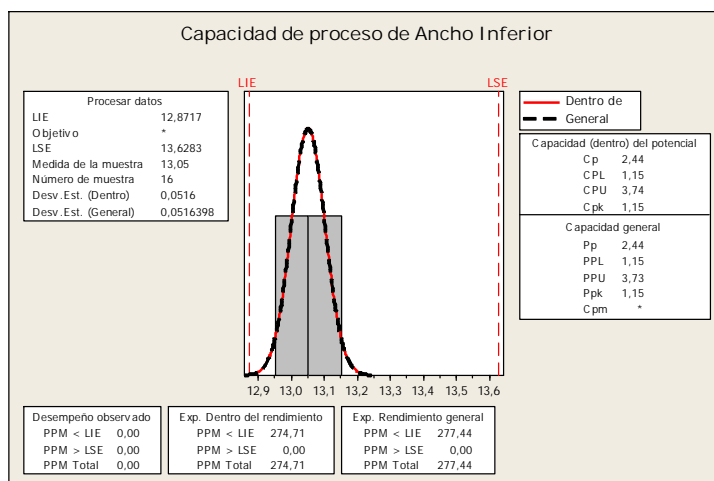


Tabla 15. Capacidad Mejorada Pieza Cuello 1

Pieza Cuello 2

Tela: Diadora (color tomate)

Dimensiones reales:

Largo superior: 60,0 cm.

Largo Inferior: 60,0 cm.

Ancho Superior: 4,0 cm.

Ancho Inferior: 4,0 cm.



Gráfico 16. Pieza Cuello color tomate

N°	Largo Superior (cm)	Largo Inferior (cm)	Ancho Superior (cm)	Ancho Inferior (cm)
1	60,1	60,0	4,1	4,0
2	60,0	60,0	4,1	4,0
3	60,1	60,1	4,0	4,0
4	60,1	60,0	4,0	4,0
5	60,1	60,1	4,0	4,1
6	60,0	60,1	4,1	4,0
7	60,1	60,1	4,1	4,1
8	60,0	60,1	4,1	4,1
9	60,1	60,0	4,0	4,0
10	60,1	60,0	4,0	4,0
11	60,0	60,1	4,1	4,1
12	60,1	60,1	4,1	4,0
13	60,1	60,0	4,1	4,1
14	60,0	60,0	4,0	4,1

15	60,0	60,1	4,0	4,1
16	60,1	60,0	4,0	4,1
Sumatoria	961,0	960,8	64,8	64,8
Valor Nominal	60,0	60,0	4,0	4,0
Media	60,063	60,050	4,050	4,050
Desviación Estándar	0,0500	0,0516	0,0516	0,0516
Considerando un intervalo de tolerancia de $\alpha=0.05$, donde el valor del punto crítico $Z_{\alpha/2}= 1,96$				
Extremo Inferior	59,7876	59,8352	3,9768	3,9471
Extremo Superior	61,1244	61,2268	4,5492	4,6409

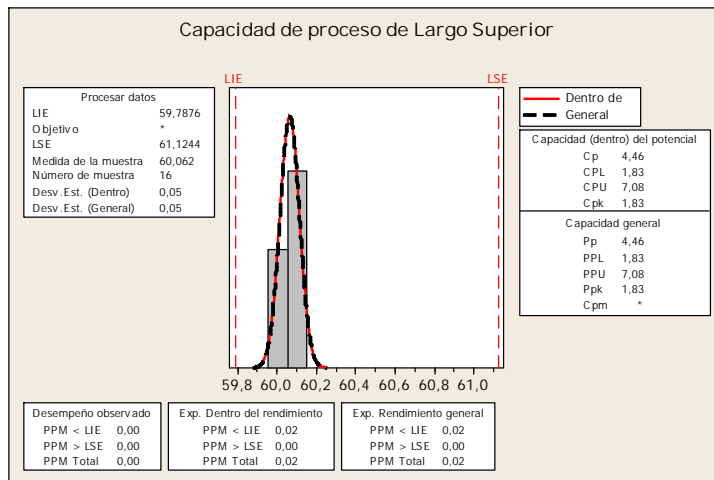
Índices Cp, Cpk y Cpm

Índice Cp	4,4560	4,4948	1,8488	2,2409
Índice Cpi	1,7493	1,3876	0,4728	0,6647
Índice Cps	7,0826	7,6020	3,2248	3,8172
Índice Cpk	1,7493	1,3876	0,4728	0,6647
Valor \bar{c}_p	0,0796	0,0718	0,0718	0,0718
Índice \bar{c}_{pm}	16,7939	19,3816	7,9721	9,6629

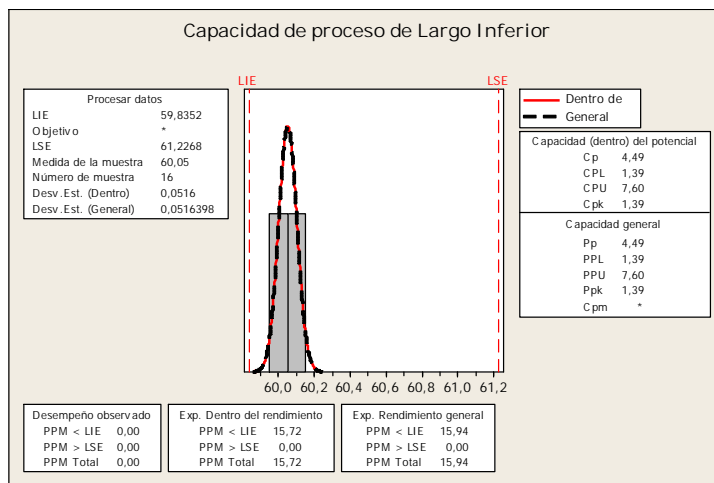
Cuadro 29. Capacidad Mejorada de Pieza Cuello 2

**DIAGRAMAS DE CAPACIDAD DE PROCESOS PIEZA CUELLO
2**

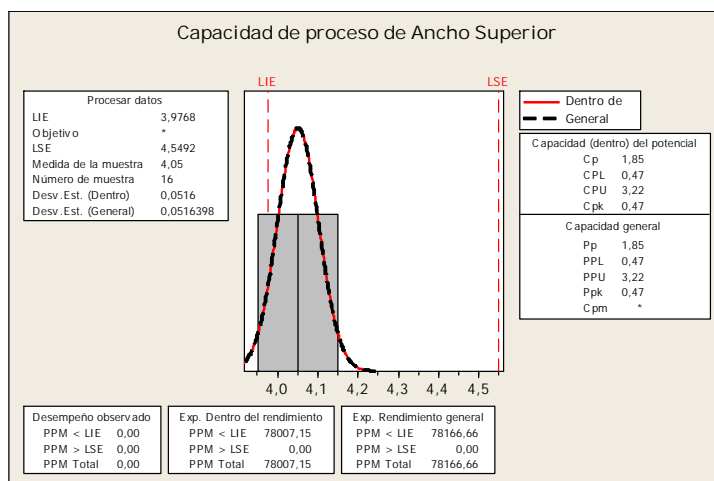
LARGO SUPERIOR



LARGO INFERIOR



ANCHO SUPERIOR



ANCHO INFERIOR

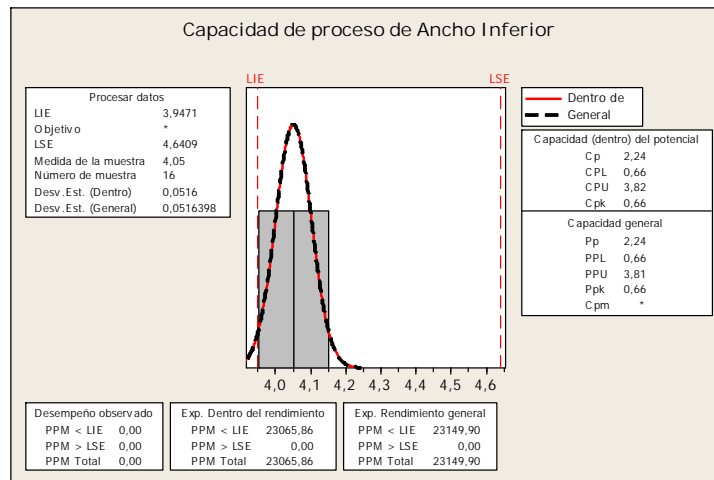


Tabla 16. Capacidad de Proceso Pieza Cuello 2

Pieza Cuello 3

Tela: Diadora (color negro)

Dimensiones reales:

Largo superior: 60,0 cm.

Largo Inferior: 60,0 cm.

Ancho Superior: 5,0 cm.

Ancho Inferior: 5,0 cm.

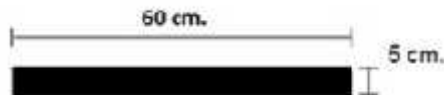


Gráfico 17. Pieza Cuello color negro

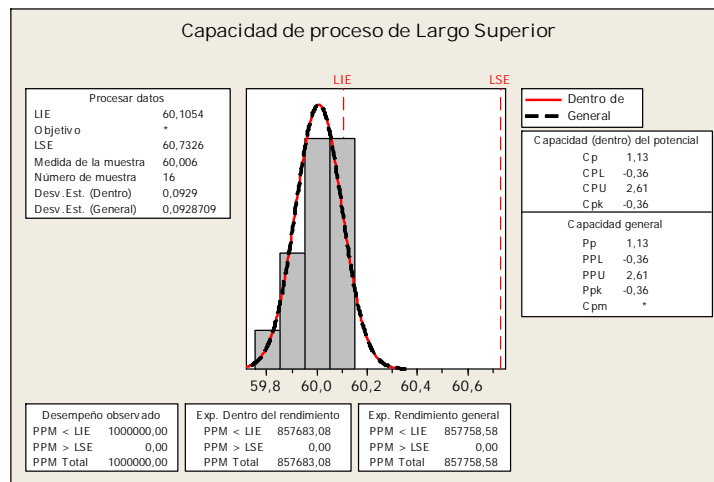
N°	Largo Superior	Largo Inferior	Ancho Superior	Ancho Inferior
1	60,1	60,0	5,0	5,0
2	60,1	60,0	5,0	5,1
3	60,1	60,0	5,0	5,0
4	60,1	60,0	5,1	5,0

5	60,0	60,0	5,1	5,0
6	60,1	60,1	5,0	5,0
7	60,0	60,1	5,0	5,0
8	60,0	60,0	5,0	5,0
9	60,0	60,1	5,1	5,1
10	60,0	60,0	5,0	5,0
11	60,0	60,0	5,0	5,1
12	60,0	60,0	5,0	5,0
13	60,1	60,1	5,0	5,0
14	60,1	60,0	5,1	5,1
15	60,1	60,1	5,1	5,1
16	60,0	60,1	5,1	5,1
Sumatoria	960,8	960,6	80,6	80,6
Valor Nominal	60,0	60,0	5,0	5,0
Media	60,050	60,038	5,038	5,038
Desviación Estándar	0,0516	0,0500	0,0500	0,0500
Considerando un intervalo de tolerancia de $\pm 0,05$, donde el valor del punto crítico $Z_{\alpha/2} = 1,96$				
Extremo Inferior	60,1054	60,1142	5,0605	4,9407
Extremo Superior	60,7326	60,6238	5,4015	5,4973
Índices Cp, Cpk y Cpm				
Índice Cp	1,1252	0,9945	0,6965	0,9603
Índice Cpi	-0,3566	-0,4223	-0,2471	0,2046
Índice Cps	2,6071	2,4114	1,6401	1,7160
Índice Cpk	-0,3566	-0,4223	-0,2471	0,2046
Valor $\frac{Cp}{Cpk}$	0,0931	0,0856	0,0816	0,0966
Índice Cpm	6,7368	5,9533	4,1789	5,7619

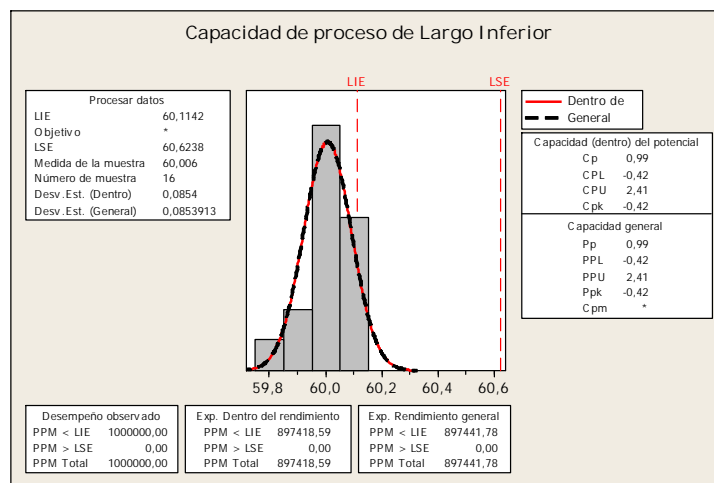
Cuadro 30. Capacidad Mejorada Pieza Cuello 3

DIAGRAMAS DE CAPACIDAD DE PROCESOS PIEZA CUELLO 3

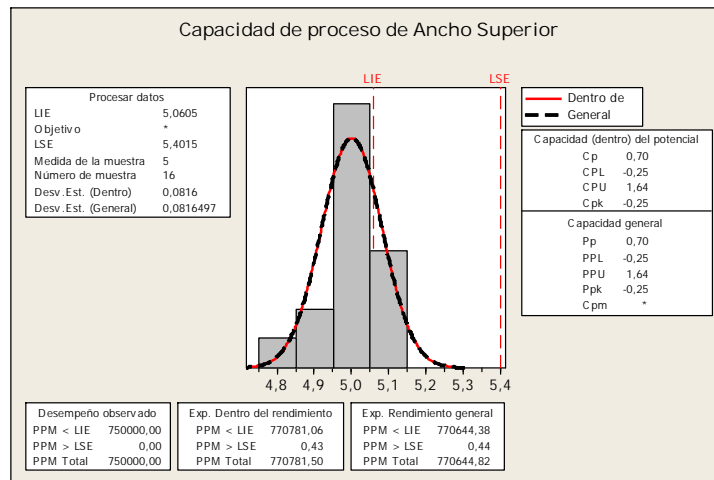
LARGO SUPERIOR



LARGO INFERIOR



ANCHO SUPERIOR



ANCHO INFERIOR

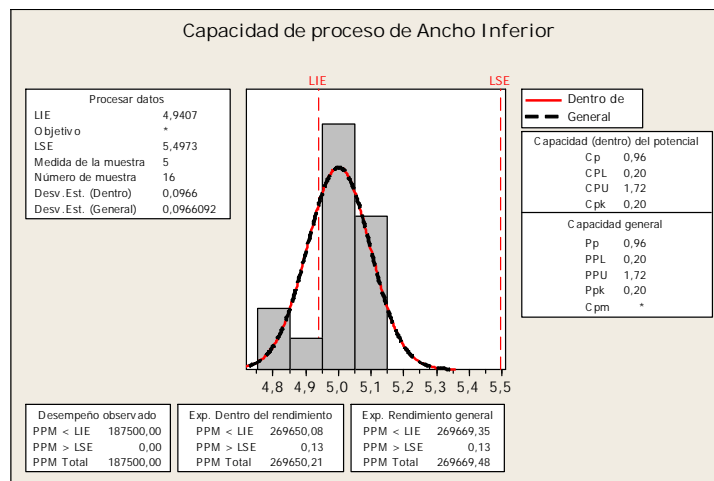


Tabla 17. Capacidad Mejorada Pieza Cuello 3

Pieza Lateral delantero

Tela: Diadora (color negro)

Dimensiones reales:

Largo Externo: 47,4 cm.

Largo Interno: 30,0 cm.

Ancho Superior: 20,0 cm.

Ancho Inferior: 13,5 cm.

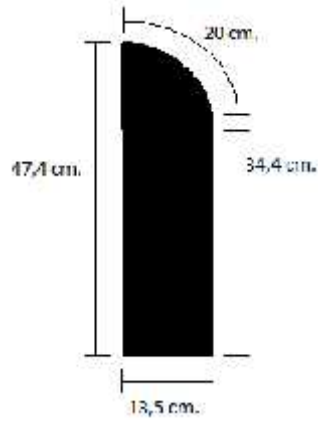


Gráfico 18. Pieza lateral delantero color negro

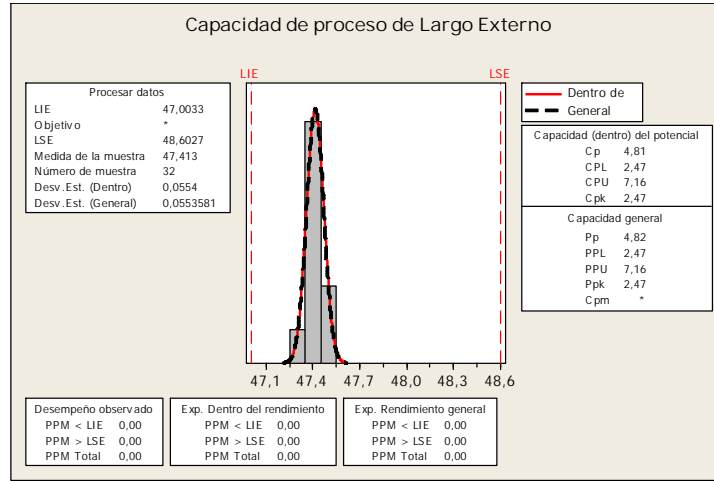
N°	Largo Externo (cm)	Largo Interno (cm)	Ancho Superior (cm)	Ancho Inferior (cm)
1	47,4	30,0	20,0	13,5
2	47,5	30,0	20,1	13,5
3	47,4	30,1	20,0	13,6
4	47,4	30,0	20,0	13,5
5	47,5	30,0	20,1	13,4
6	47,4	30,1	20,0	13,5
7	47,4	30,0	20,1	13,6
8	47,4	30,0	20,0	13,5
9	47,5	30,1	20,0	13,5
10	47,4	30,1	20,1	13,5
11	47,4	30,0	20,0	13,5
12	47,4	30,0	19,9	13,6
13	47,4	30,1	20,0	13,5
14	47,5	30,0	20,1	13,5
15	47,3	30,0	20,0	13,6
16	47,4	30,1	20,0	13,5
17	47,5	30,1	20,0	13,4
18	47,4	30,0	19,9	13,5
19	47,4	29,9	20,0	13,5
20	47,4	30,0	20,1	13,5

21	47,4	30,1	20,0	13,5
22	47,4	30,0	20,1	13,5
23	47,3	29,9	20,0	13,4
24	47,4	30,0	20,0	13,5
25	47,3	30,1	20,1	13,5
26	47,5	30,0	20,0	13,6
27	47,4	30,1	20,1	13,4
28	47,4	30,0	20,0	13,6
29	47,4	30,0	20,1	13,4
30	47,5	30,1	20,1	13,5
31	47,4	30,0	20,0	13,6
32	47,4	30,1	20,0	13,5
Sumatoria	1517,2	961,0	640,9	432,2
Valor Nominal	47,4	30,0	20,0	13,5
Media	47,413	30,031	20,028	13,506
Desviación Estándar	0,0554	0,0592	0,0581	0,0619
Considerando un intervalo de tolerancia de $\pm 0,05$, donde el valor del punto crítico $Z_{/2} = 1,96$				
Extremo Inferior	47,0033	29,8862	19,4065	13,3415
Extremo Superior	48,6027	30,5957	21,5194	15,2584
Índices Cp, Cpk y Cpm				
Índice Cp	4,8117	1,9974	6,0611	5,1613
Índice Cpi	2,4651	0,8153	3,5657	0,8858
Índice Cps	7,1582	3,1796	8,5565	9,4367
Índice Cpk	2,4651	0,8153	3,5657	0,8858
Valor $\frac{Cp}{Cpk}$	0,0569	0,0670	0,0645	0,0622
Índice Cpm	28,1089	10,5895	32,7581	30,8183

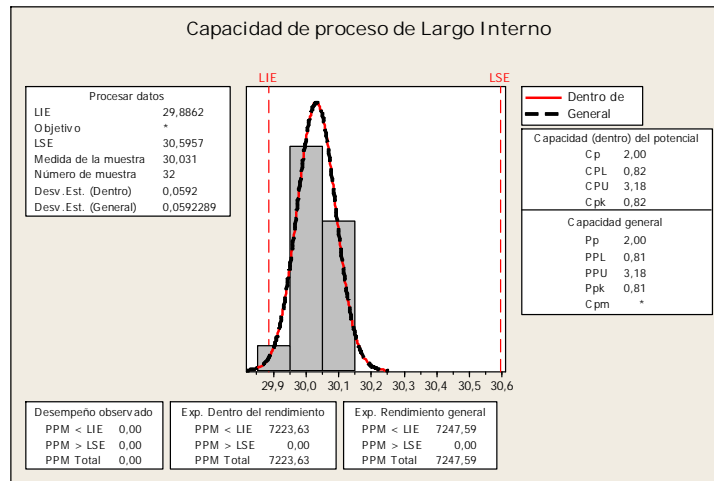
Cuadro 31. Capacidad Mejorada Pieza Lateral delantero

DIAGRAMAS DE CAPACIDAD DE PROCESOS PIEZA LATERAL

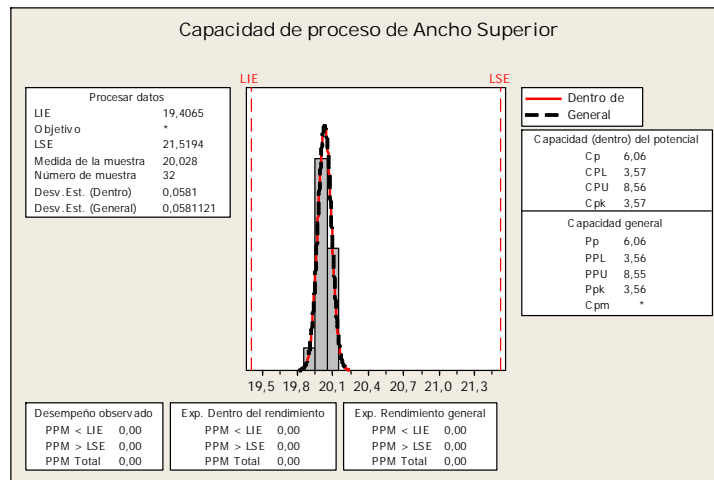
DELANTERO LARGO EXTERNO



LARGO INTERNO



ANCHO SUPERIOR



ANCHO INFERIOR

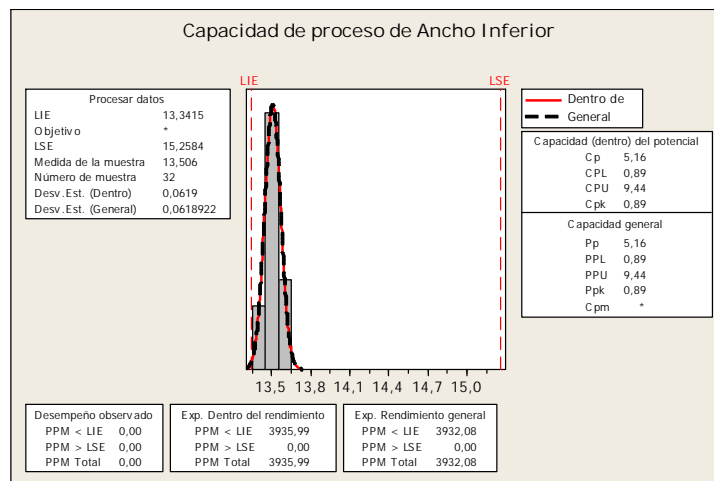


Tabla 18. Capacidad Mejorada Pieza Lateral Delantero

Pieza Lateral espalda

Tela: Diadora (color negro)

Dimensiones reales:

Largo Externo: 47,4 cm.

Largo Interno: 30,0 cm.

Ancho Superior: 20,0 cm.

Ancho Inferior: 13,5 cm.

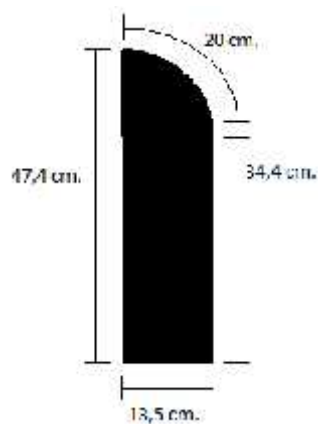


Gráfico 19. Pieza lateral espalda

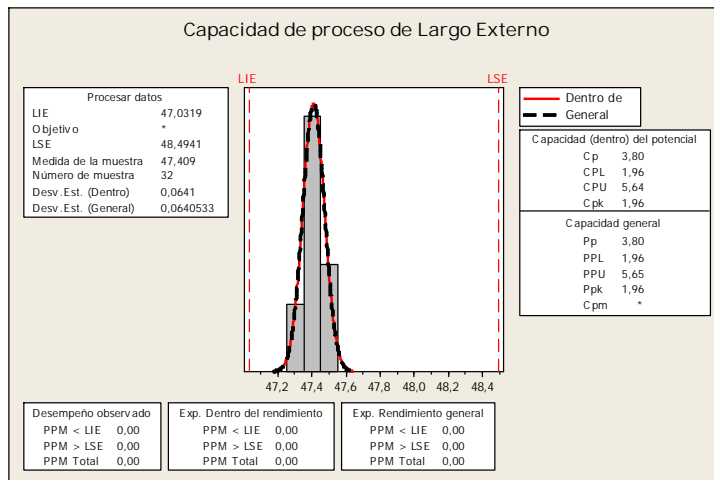
N°	Largo Externo (cm)	Largo Interno (cm)	Ancho Superior (cm)	Ancho Inferior (cm)
1	47,4	30,0	20,0	13,5
2	47,3	30,1	20,0	13,5
3	47,4	30,1	20,0	13,5
4	47,5	30,0	20,0	13,4
5	47,4	30,0	20,1	13,5
6	47,4	30,1	20,1	13,6
7	47,4	30,0	19,9	13,5
8	47,3	30,1	20,0	13,5
9	47,5	30,1	20,1	13,5
10	47,4	30,1	19,9	13,6
11	47,4	29,9	20,1	13,5
12	47,4	30,1	20,0	13,4
13	47,5	30,0	20,0	13,5
14	47,3	29,9	20,1	13,5
15	47,4	29,9	20,1	13,5
16	47,4	29,9	19,9	13,4
17	47,5	30,1	20,0	13,5
18	47,4	30,0	20,0	13,5
19	47,4	29,9	19,9	13,5

20	47,5	30,0	20,0	13,4
21	47,4	30,0	20,0	13,5
22	47,4	30,0	20,1	13,5
23	47,4	30,1	20,1	13,4
24	47,5	30,0	20,1	13,6
25	47,3	29,9	20,1	13,5
26	47,4	29,9	20,1	13,6
27	47,4	29,9	20,1	13,5
28	47,4	30,0	20,0	13,5
29	47,5	30,0	20,0	13,6
30	47,3	30,0	20,0	13,5
31	47,5	30,0	20,0	13,5
32	47,4	30,0	20,0	13,4
Sumatoria	1517,1	960,1	640,8	431,9
Valor Nominal	47,4	30,0	20,0	13,5
Media	47,409	30,003	20,025	13,497
Desviación Estándar	0,0641	0,0740	0,0672	0,0595
Considerando un intervalo de tolerancia de $\pm 0,05$, donde el valor del punto crítico Z /2= 1,96				
Extremo Inferior	47,0319	29,6698	19,6197	13,4619
Extremo Superior	48,4941	30,5361	21,0623	14,5321
Índices Cp, Cpk y Cpm				
Índice Cp	3,8019	1,9511	3,5779	2,9977
Índice Cpi	1,9609	1,5009	2,0104	0,1966
Índice Cps	5,6427	2,4013	5,1453	5,7988
Índice Cpk	1,9609	1,5009	2,0104	0,1966
Valor σ	0,0647	0,074	0,0717	0,0596
Índice Cpm	22,5997	11,7067	20,1199	17,9564

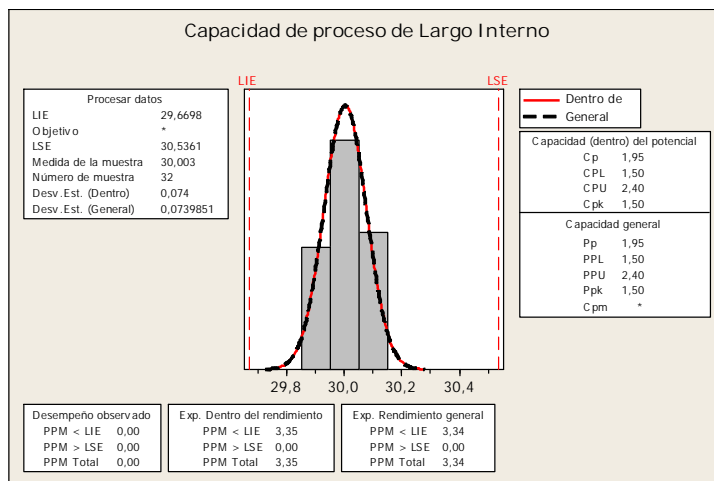
Cuadro 32. Capacidad Mejorada Pieza Lateral Espalda

**DIAGRAMAS DE CAPACIDAD DE PROCESOS PIEZA LATERAL
ESPALDA**

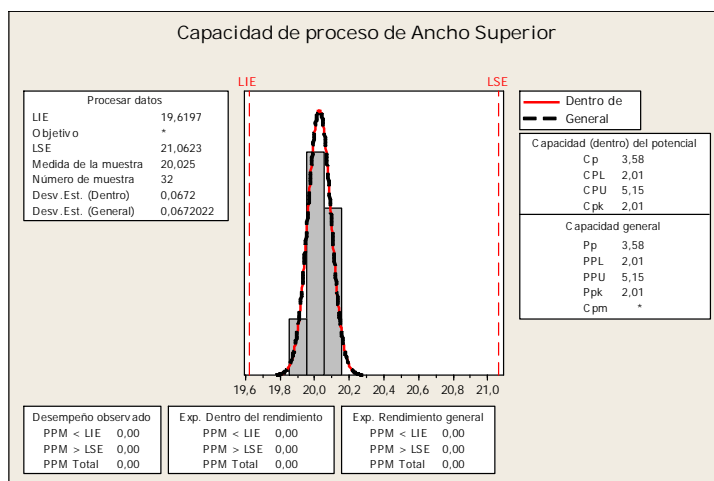
LARGO EXTERNO



LARGO INTERNO



ANCHO SUPERIOR



ANCHO INFERIOR

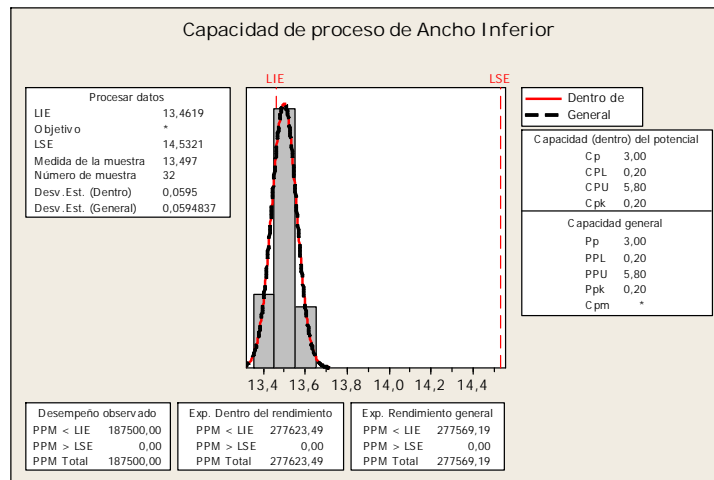


Tabla 19. Capacidad Mejorada Pieza Lateral Espalda.

Pieza Mangas

Tela: Diadora (color gris)

Dimensiones reales:

Largo Superior: 55,0 cm.

Largo Inferior: 49,5 cm.

Ancho Superior: 20,0 cm.

Ancho Inferior: 15,0 cm.

Contorno Siza: 25,0 cm.

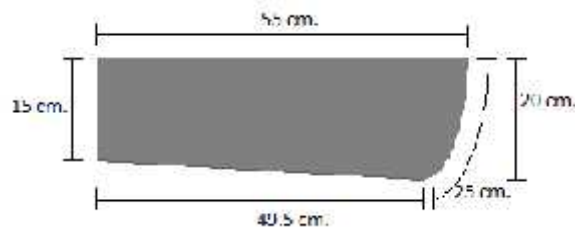


Gráfico 20. Pieza Mangas

N°	Largo Superior	Largo Inferior	Ancho Superior	Ancho Inferior (puño)	Contorno siza
----	----------------	----------------	----------------	-----------------------	---------------

	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	55,1	49,5	20,0	15,0	25,0
2	55,0	49,4	19,9	15,1	25,0
3	55,0	49,6	20,0	15,0	24,9
4	55,1	49,5	20,0	15,1	24,9
5	55,0	49,5	20,1	15,0	25,0
6	55,0	49,5	20,0	14,9	25,1
7	55,1	49,6	20,0	15,0	25,0
8	54,9	49,4	20,0	15,0	25,0
9	55,0	49,5	20,1	15,1	25,0
10	55,1	49,6	20,0	15,0	25,1
11	55,0	49,5	20,0	14,9	25,0
12	55,1	49,4	20,1	15,0	25,0
13	55,0	49,5	20,0	15,0	25,1
14	55,0	49,5	19,9	15,1	25,0
15	55,0	49,6	20,0	15,0	25,0
16	55,1	49,4	20,0	15,0	25,0
17	55,0	49,5	19,9	15,0	25,0
18	55,0	49,5	19,9	15,0	25,0
19	55,0	49,5	20,0	15,0	25,0
20	54,9	49,4	20,1	15,0	25,1
21	54,9	49,5	20,0	15,0	25,0
22	55,0	49,5	20,0	15,0	25,0
23	55,0	49,6	20,0	15,1	24,9
24	55,0	49,5	20,0	14,9	25,0
25	55,0	49,5	20,1	15,0	25,0
26	54,9	49,5	20,0	15,1	25,0
27	55,0	49,5	20,1	15,0	24,9
28	55,0	49,6	20,0	15,0	25,0
29	55,1	49,5	20,0	15,0	24,9
30	55,0	49,5	20,0	15,0	25,0
31	55,0	49,5	20,0	14,9	25,1

32	55,1	49,6	20,1	15,0	25,0
Sumatoria	1760,4	1584,2	640,3	480,2	800,0
Valor Nominal	55,0	49,5	20,0	15,0	25,0
Media	55,0125	49,5063	20,0094	15,0063	25,0000
Desviación Estándar	0,0609	0,0619	0,0588	0,0564	0,0568

Considerando un intervalo de tolerancia de ± 0.05 , donde el valor del punto crítico $Z / 2 = 1,96$

Extremo Inferior	55,5529	50,1643	19,7843	15,0087	25,2343
Extremo Superior	56,8230	51,2737	20,9877	16,2592	26,2457

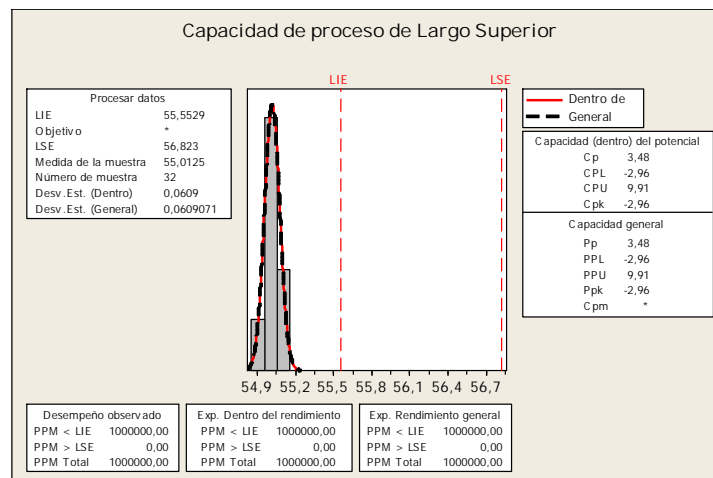
Índices Cp, Cpk y Cpm

Índice Cp	3,4775	2,9871	3,4109	3,6953	2,9677
Índice Cpi	-2,9578	-3,5449	1,2738	-0,0159	-1,3750
Índice Cps	9,9097	9,5191	5,5482	7,4066	7,3104
Índice Cpk	-2,9578	-3,5449	1,2738	-0,0159	-1,3750
Valor	0,0621	0,0622	0,0595	0,0567	0,0568
Índice Cpm	20,4621	17,8360	20,2252	22,0547	17,8063

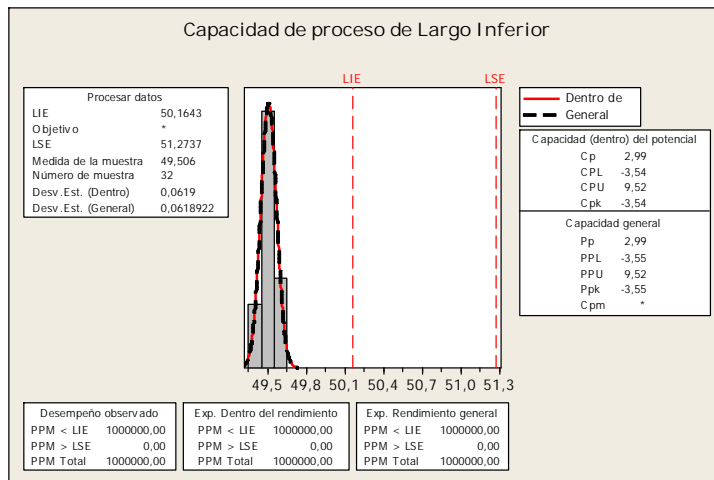
Cuadro 33. Capacidad Mejorada Pieza Mangas

DIAGRAMAS DE CAPACIDAD DE PROCESOS PIEZA MANGAS

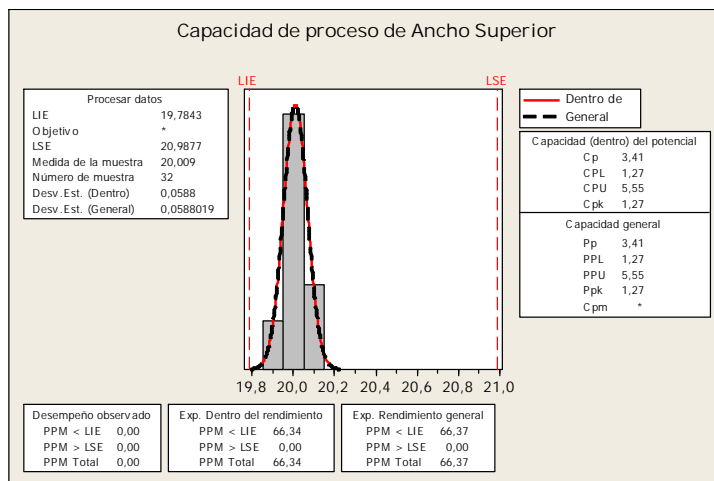
LARGO SUPERIOR



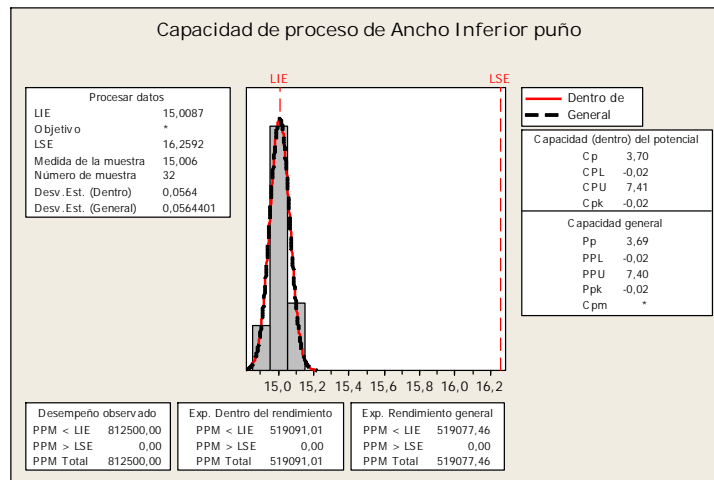
LARGO INFERIOR



ANCHO SUPERIOR



ANCHO INFERIOR



CONTORNO SIZA

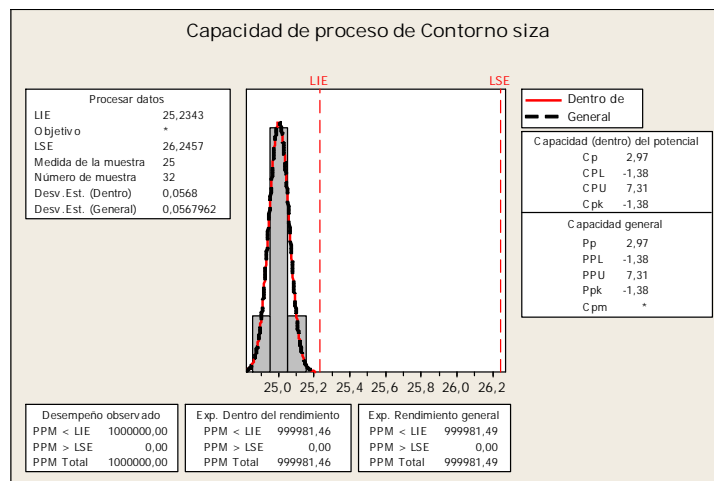


Tabla 20. Capacidad Mejorada Pieza Mangas

Pieza Bolsillos

Tela: Diadora (color gris)

Dimensiones reales:

Largo Externo: 21,6 cm.

Largo Interno: 18,0 cm.

Ancho Superior: 5,3 cm.

Ancho Inferior: 11,5 cm.

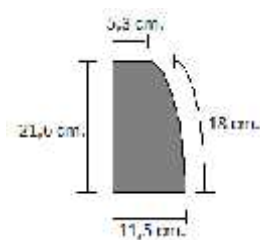


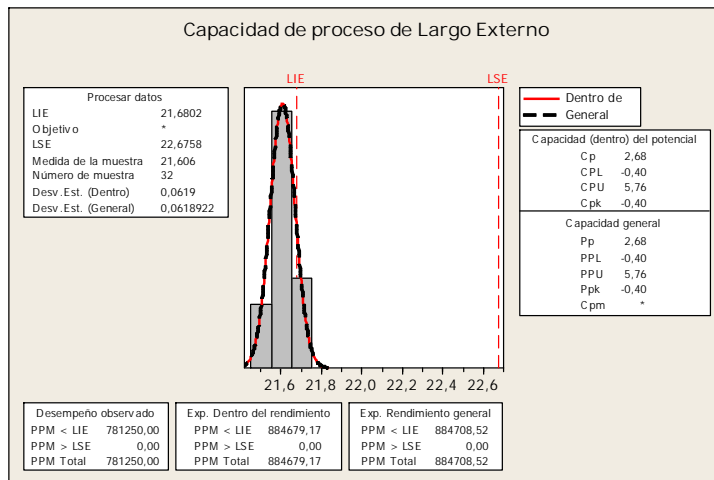
Gráfico 21. Pieza Bolsillos

N°	Largo Externo (cm)	Largo Interno (cm)	Ancho Superior (cm)	Ancho Inferior (cm)
1	21,6	18,0	5,3	11,5
2	21,7	18,0	5,4	11,5
3	21,6	18,0	5,3	11,4
4	21,6	17,9	5,3	11,6
5	21,6	18,1	5,2	11,5
6	21,5	18,0	5,3	11,5
7	21,6	18,0	5,3	11,5
8	21,7	18,0	5,3	11,5
9	21,6	17,9	5,4	11,6
10	21,5	18,1	5,3	11,5
11	21,6	18,0	5,3	11,5
12	21,7	18,0	5,3	11,5
13	21,6	18,1	5,4	11,4
14	21,6	17,9	5,3	11,6
15	21,5	18,0	5,2	11,5
16	21,7	18,0	5,3	11,5
17	21,7	18,0	5,4	11,4
18	21,6	18,0	5,3	11,6
19	21,6	18,0	5,3	11,5
20	21,6	18,1	5,3	11,5
21	21,7	18,0	5,3	11,5
22	21,6	18,1	5,3	11,5

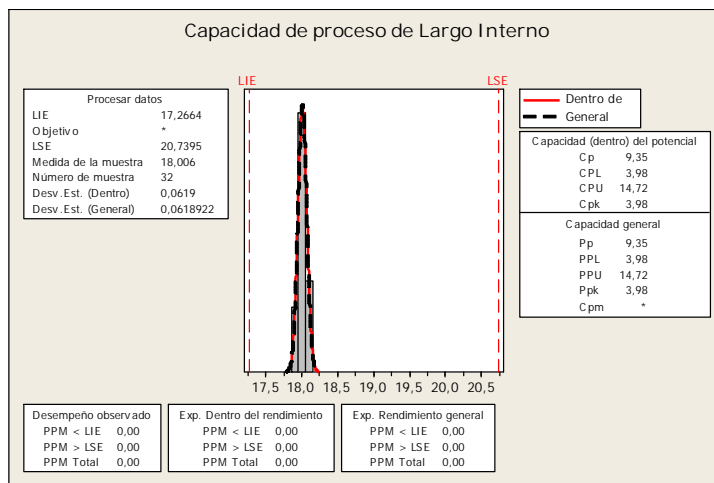
23	21,6	18,0	5,3	11,5
24	21,6	17,9	5,3	11,5
25	21,5	18,0	5,4	11,5
26	21,6	18,0	5,3	11,6
27	21,6	18,0	5,3	11,6
28	21,6	18,1	5,3	11,5
29	21,6	18,0	5,4	11,5
30	21,7	17,9	5,3	11,4
31	21,6	18,1	5,3	11,5
32	21,5	18,0	5,2	11,5
Sumatoria	691,4	576,2	169,9	368,2
Valor Nominal	21,6	18,0	5,3	11,5
Media	21,6063	18,0063	5,3094	11,5063
Desviación Estándar	0,0619	0,0619	0,0530	0,0564
Considerando un intervalo de tolerancia de $\alpha=0.05$, donde el valor del punto crítico $Z_{\alpha/2}= 1,96$				
Extremo Inferior	21,6802	17,2664	4,0335	10,0795
Extremo Superior	22,6758	20,7395	6,6285	12,3845
Índices Cp, Cpk y Cpm				
Índice Cp	2,6806	9,3514	8,1604	6,8114
Índice Cpi	-0,3995	3,9827	8,0245	8,4308
Índice Cps	5,7608	14,7199	8,2962	5,1921
Índice Cpk	-0,3995	3,9827	8,0245	8,4308
Valor C_{pm}	0,0622	0,0622	0,0538	0,0567
Índice Cpm	16,0064	55,8376	48,2342	40,6525

Cuadro 34. Capacidad Mejorada Pieza Bolsillos

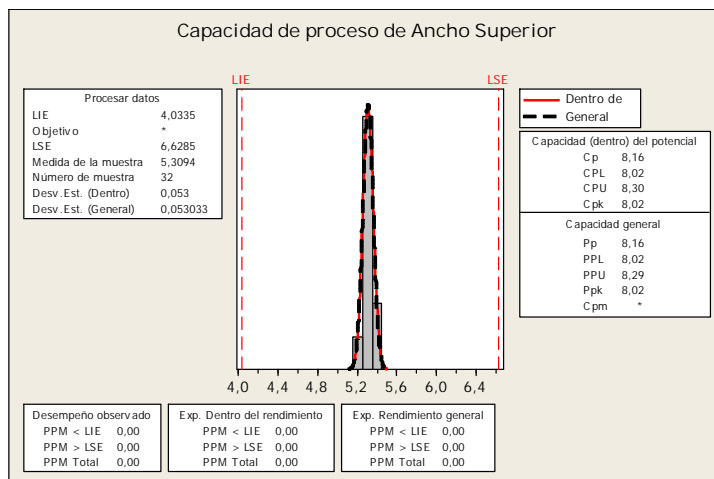
**DIAGRAMAS DE CAPACIDAD DE PROCESOS PIEZA
BOLSILLOS
LARGO EXTERNO**



LARGO INTERNO



ANCHO SUPERIOR



ANCHO INFERIOR

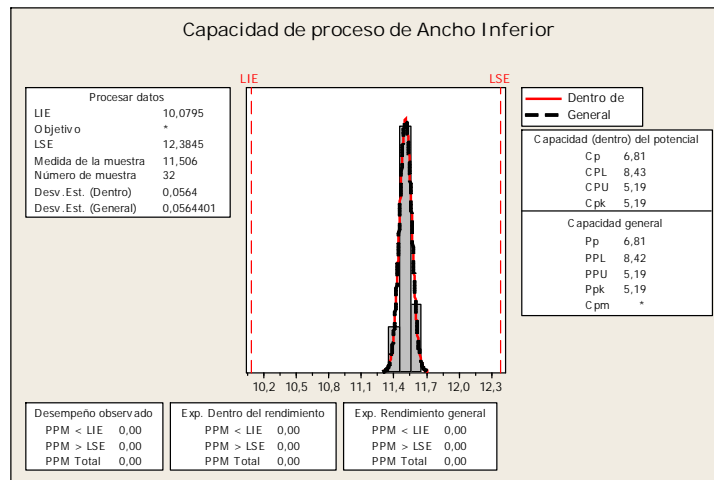


Tabla 21. Capacidad Mejorada Pieza Bolsillos

Pieza Delantero

Tela: Diadora (color gris)

Dimensiones reales:

Largo Externo: 46,0 cm.

Largo Interno: 53,9 cm.

Ancho Inferior: 15,1 cm.

Cuello: 12,2 cm.

Hombro: 14,6 cm.

Contorno Siza: 14,1 cm.

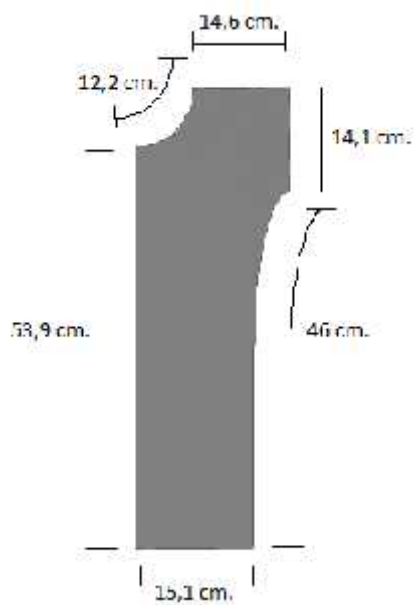


Gráfico 22. Pieza Delantero.

N°	Largo Externo (cm)	Largo Interno (cm)	Ancho Inferior (cm)	Cuello (cm)	Hombro (cm)	Contorno siza (cm)
1	46,0	53,9	15,1	12,2	14,6	14,1
2	46,1	53,9	15,1	12,3	14,5	14,1
3	46,0	53,9	15,2	12,1	14,6	14,0
4	46,0	54,0	15,0	12,2	14,7	14,1
5	46,1	53,8	15,1	12,2	14,6	14,2
6	45,9	53,9	15,1	12,3	14,6	14,1
7	46,0	53,9	15,2	12,2	14,6	14,1
8	46,1	54,0	15,0	12,3	14,6	14,1
9	46,0	53,9	15,1	12,2	14,5	14,1
10	46,0	53,9	15,1	12,2	14,7	14,1
11	45,9	54,0	15,1	12,2	14,6	14,2
12	46,0	54,0	15,2	12,1	14,6	14,1
13	46,0	53,9	15,1	12,3	14,7	14,1

14	46,0	53,9	15,0	12,2	14,5	14,2
15	46,1	53,8	15,2	12,2	14,6	14,2
16	46,0	54,0	15,1	12,2	14,6	14,1
17	46,0	53,9	15,1	12,1	14,5	14,2
18	46,0	53,9	15,1	12,2	14,6	14,1
19	46,0	53,8	15,2	12,2	14,7	14,1
20	46,0	53,9	15,1	12,2	14,6	14,1
21	46,0	53,9	15,0	12,2	14,6	14,1
22	45,9	53,9	15,1	12,2	14,6	14,1
23	46,0	53,9	15,1	12,2	14,7	14,1
24	46,0	53,9	15,2	12,2	14,6	14,2
25	46,0	54,0	15,1	12,2	14,5	14,0
26	45,9	53,9	15,1	12,3	14,6	14,1
27	46,0	53,9	15,2	12,2	14,6	14,1
28	46,1	54,0	15,1	12,1	14,6	14,1
29	46,0	53,9	15,1	12,3	14,7	14,1
30	46,0	53,8	15,2	12,2	14,6	14,1
31	46,0	53,9	15,1	12,2	14,6	14,0
32	46,1	53,9	15,1	12,3	14,6	14,2
Sumatoria	1472,2	1725,1	483,6	390,7	467,3	451,6
Valor Nominal	46,0	53,9	15,1	12,2	14,6	14,1
Media	46,006	53,909	15,113	12,209	14,603	14,113
Desviación Estándar	0,0564	0,0588	0,0609	0,0588	0,0595	0,0554

Considerando un intervalo de tolerancia de $\alpha=0.05$, donde el valor del punto crítico $Z_{\alpha/2}=1,96$

Extremo Inferior	44,0667	53,4054	14,8522	12,0773	14,8415	14,9985
Extremo Superior	45,9953	54,8205	15,6597	13,2648	15,7705	16,3274

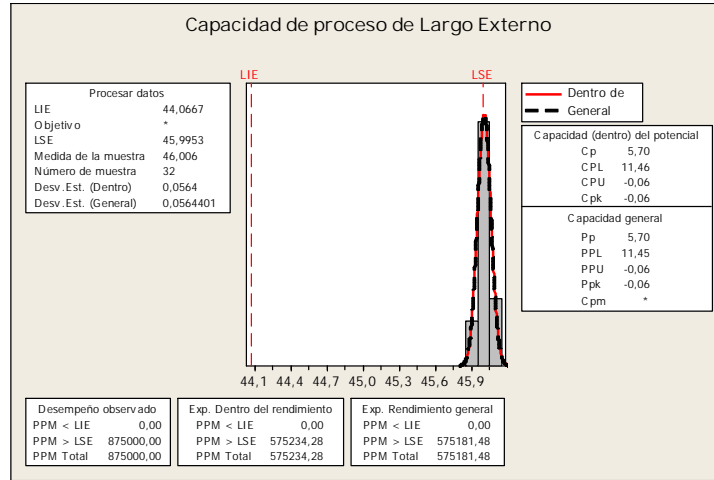
Índices Cp, Cpk y Cpm

Índice Cp	5,6992	4,0108	2,2099	3,3659	2,6022	3,9979
Índice Cpi	11,4616	2,8549	1,4275	6,7318	5,2045	7,9958
Índice Cps	-0,0632	5,1672	2,9923	5,9852	6,5406	13,3297
Índice Cpk	-0,0632	2,8549	1,4275	5,9852	6,5406	7,9958
Valor C_{pm}	0,0567	0,0595	0,0595	0,0595	0,0596	0,0567
Índice Cpm	34,0141	23,7815	13,5714	19,9579	15,5872	23,4374

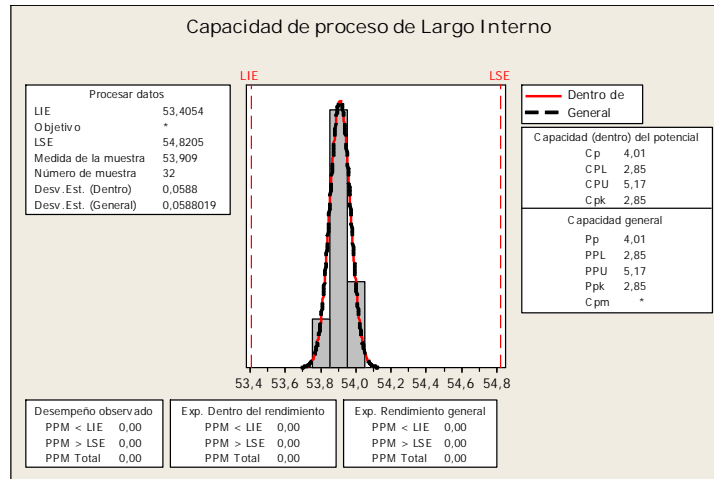
Cuadro 35. Capacidad Mejorada Pieza Delanteros

DIAGRAMAS DE CAPACIDAD DE PROCESOS PIEZA DELANTEROS

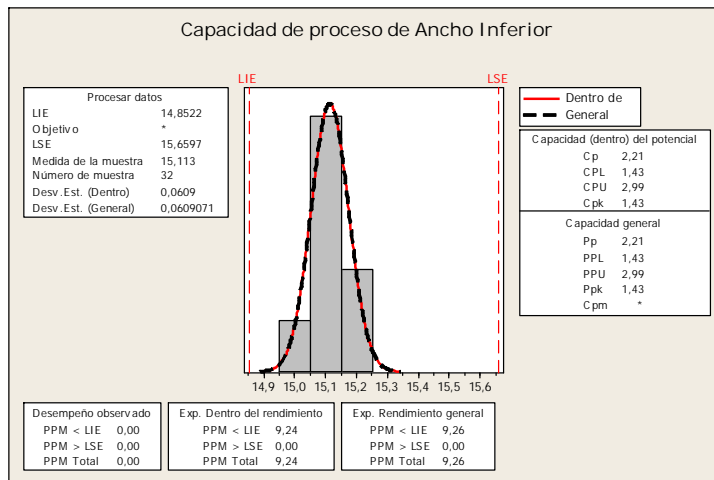
LARGO EXTERNO



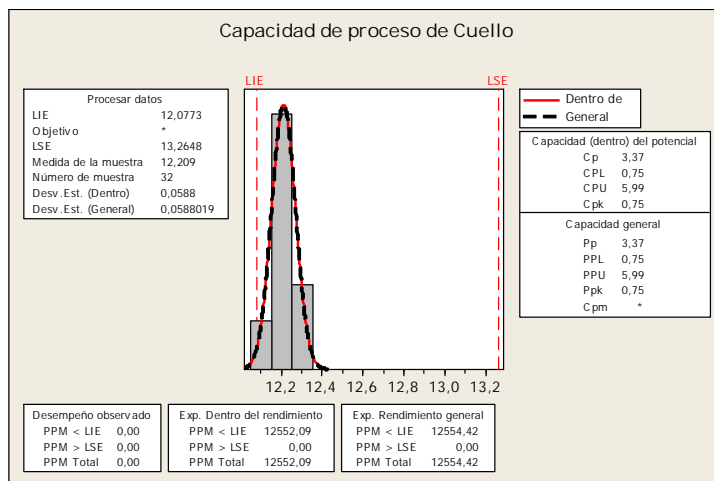
LARGO INTERNO



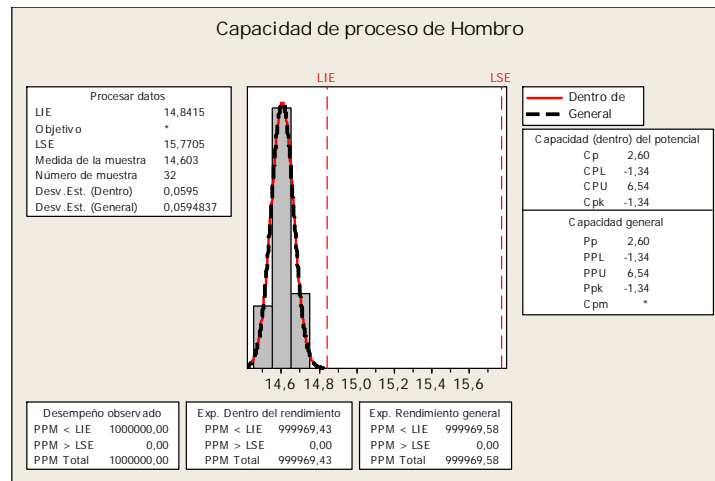
ANCHO INFERIOR



CUELLO



HOMBRO



CONTORNO SIZA

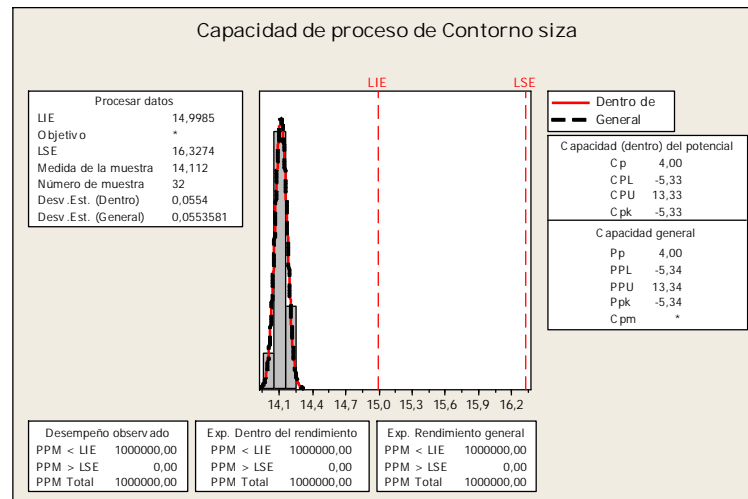


Tabla 22. Capacidad Mejora Pieza Delantero

Pieza Espalda

Tela: Diadora (color gris)

Dimensiones reales:

Largo Externo: 46,0 cm.

Largo Interno: 60.1 cm.

Ancho Inferior: 14,0 cm.

Cuello: 8,0 cm.

Hombro: 14,7 cm.

Contorno Siza: 13,9 cm.

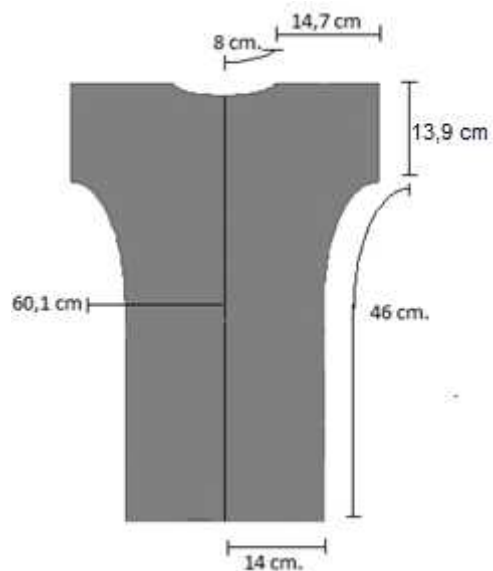


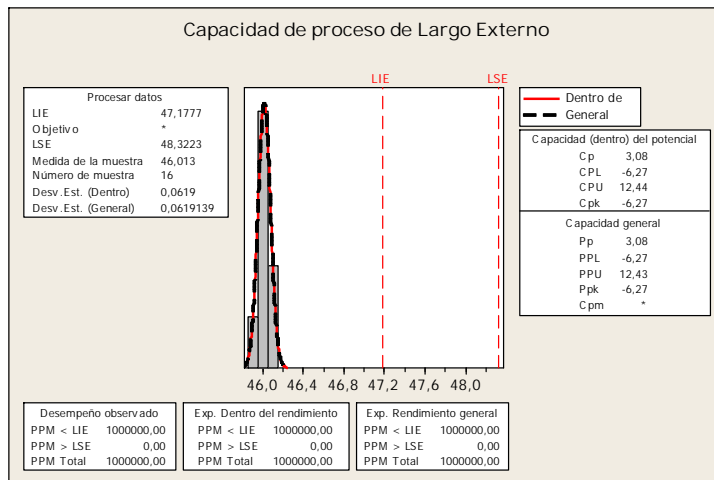
Gráfico 23. Pieza Espalda

N°	Largo Externo (cm)	Largo Interno (cm)	Ancho Inferior (cm)	Cuello (cm)	Hombro (cm)	Contorno siza (cm)
1	46,0	60,1	14,0	8,0	14,7	13,9
2	46,0	60,1	14,1	7,9	14,7	13,9
3	46,1	60,0	14,0	8,0	14,7	13,8
4	45,9	60,1	14,0	8,0	14,8	14,0
5	46,0	60,2	14,1	8,1	14,7	13,9
6	46,0	60,1	14,0	8,0	14,7	13,9
7	46,1	60,0	14,1	8,1	14,6	13,9
8	46,0	60,2	14,0	8,0	14,7	13,8
9	46,0	60,1	14,0	8,0	14,8	13,9
10	46,1	60,1	14,0	8,1	14,7	14,0
11	45,9	60,1	13,9	7,9	14,8	13,9

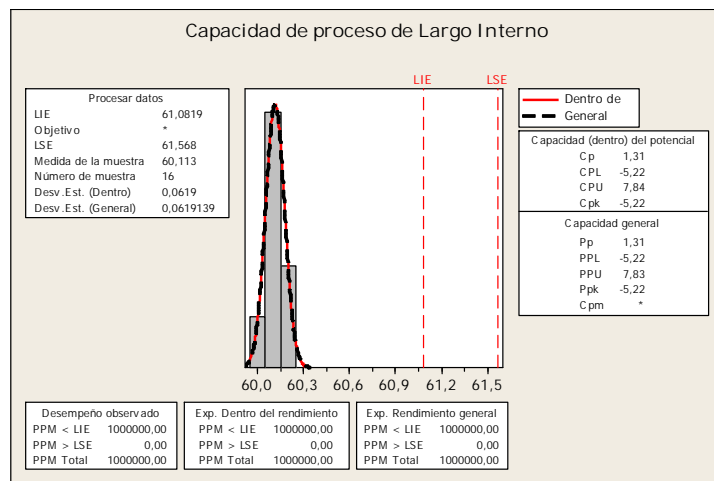
12	46,0	60,2	14,0	8,1	14,6	13,9
13	46,0	60,1	14,0	8,0	14,7	13,9
14	46,0	60,1	13,9	8,0	14,7	13,9
15	46,0	60,1	14,0	8,1	14,7	13,9
16	46,1	60,2	14,1	8,0	14,8	14,0
Sumatoria	736,2	961,8	224,2	128,3	235,4	222,5
Valor Nominal	46,0	60,1	14,0	8,0	14,7	13,9
Media	46,0125	60,1125	14,0125	8,0188	14,7125	13,9063
Desviación Estándar	0,0619	0,0619	0,0619	0,0655	0,0619	0,0574
Considerando un intervalo de tolerancia de ± 0.05, donde el valor del punto crítico Z /2= 1,96						
Extremo Inferior	47,1777	61,0819	14,3064	8,1607	14,4354	13,7123
Extremo Superior	48,3223	61,5680	14,6435	8,8153	15,1645	14,2376
Índices Cp, Cpk y Cpm						
Índice Cp	3,0802	1,3088	0,9076	1,6656	2,8285	3,0148
Índice Cpi	-6,2719	-5,2175	-1,5853	-0,7226	1,4949	1,1248
Índice Cps	12,4356	7,8352	3,4006	4,0539	2,4313	2,7180
Índice Cpk	-6,2719	-5,2175	-1,5853	-0,7226	1,4949	1,1248
Valor σ	0,0632	0,0632	0,0630	0,0681	0,0632	0,0577
Índice Cpm	18,1107	20,7088	14,4063	9,6123	16,6218	17,9948

Cuadro 36. Capacidad Mejorada Pieza Espalda

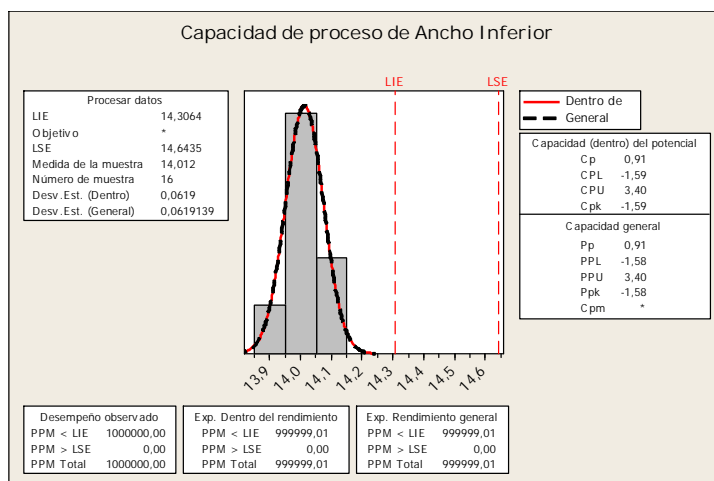
**DIAGRAMAS DE CAPACIDAD DE PROCESOS PIEZA ESPALDA
LARGO EXTERNO**



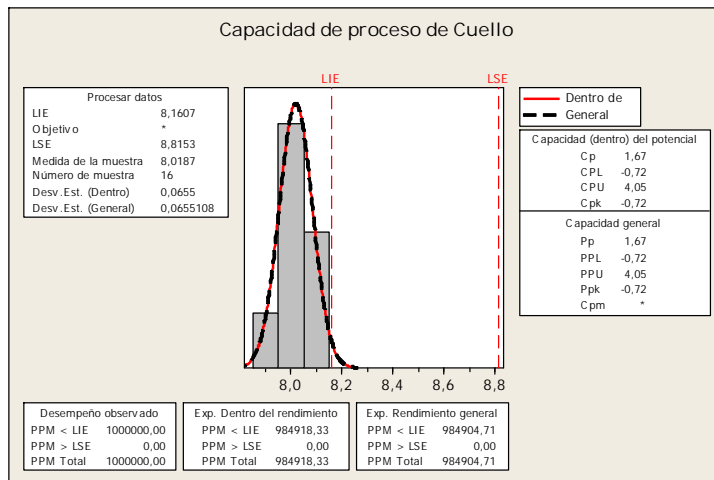
LARGO INTERNO



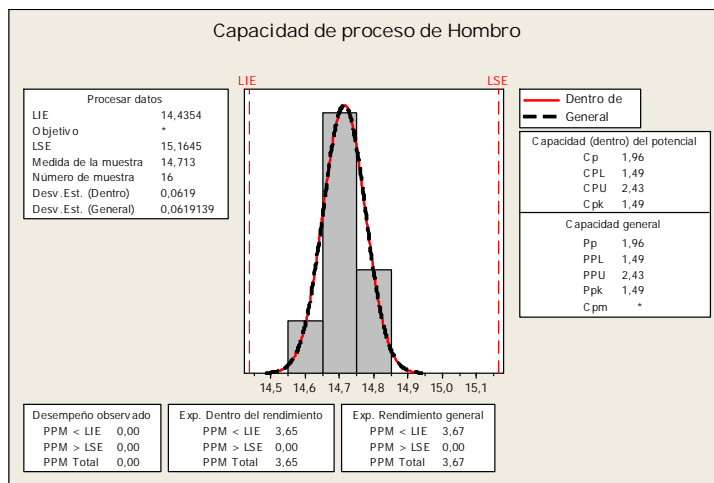
ANCHO INFERIOR



CUELLO



HOMBRO



CONTORNO SIZA

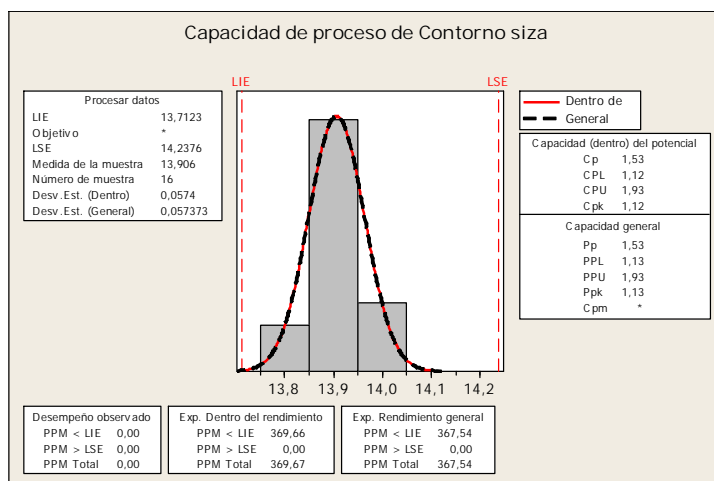


Tabla 23. Capacidad Mejorada Pieza Espalda

PIEZAS DE PANTALÓN

Pieza Bolsillos Frente

Tela: Diadora (color negro)

Dimensiones reales:

Largo Externo: 25,8 cm.

Ancho: 14,8 cm.

Largo Interno: 25,4 cm.

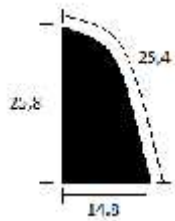


Gráfico 24. Pieza Bolsillos Pantalón

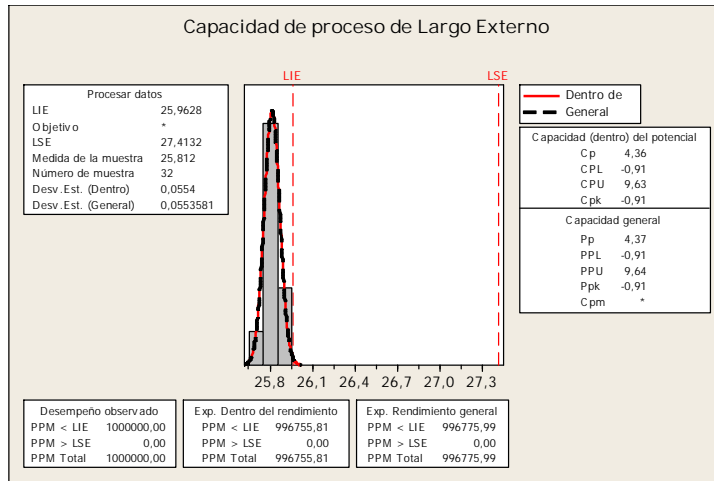
N°	Largo Externo	Ancho	Largo Interno
1	25,8	14,8	25,4
2	25,7	14,8	25,4
3	25,8	14,8	25,4
4	25,9	14,8	25,5
5	25,8	14,9	25,4
6	25,8	14,8	25,4
7	25,8	14,8	25,4
8	25,9	14,8	25,4
9	25,8	14,7	25,5
10	25,7	14,8	25,4
11	25,8	14,8	25,4
12	25,8	14,9	25,4
13	25,8	14,9	25,4

14	25,9	14,7	25,3
15	25,8	14,8	25,4
16	25,7	14,9	25,3
17	25,8	14,8	25,5
18	25,9	14,8	25,4
19	25,8	14,8	25,4
20	25,8	14,7	25,4
21	25,9	14,8	25,3
22	25,8	14,9	25,4
23	25,8	14,8	25,4
24	25,8	14,8	25,5
25	25,9	14,8	25,4
26	25,8	14,8	25,5
27	25,8	14,8	25,4
28	25,8	14,8	25,4
29	25,8	14,9	25,4
30	25,8	14,8	25,4
31	25,9	14,8	25,5
32	25,8	14,9	25,4
Sumatoria	826,0	474,0	813,1
Valor Nominal	25,8	14,8	25,4
Media	25,8125	14,8125	25,4094
Desviación Estándar	0,0554	0,0554	0,0530
Considerando un intervalo de tolerancia de ± 0.05, donde el valor del punto crítico Z /2= 1,96			
Extremo Inferior	25,9628	14,8919	25,4680
Extremo Superior	27,4132	15,7700	26,6440
Índices Cp, Cpk y Cpm			
Índice Cp	4,3634	2,6417	3,6981
Índice Cpi	-0,9073	-0,4747	-0,3711
Índice Cps	9,6342	5,7581	7,7673
Índice Cpk	-0,9073	-0,4747	-0,3711
Valor $\frac{Cp}{Cpk}$	0,0567	0,0569	0,0537
Índice Cpm	25,5802	15,4323	21,8994

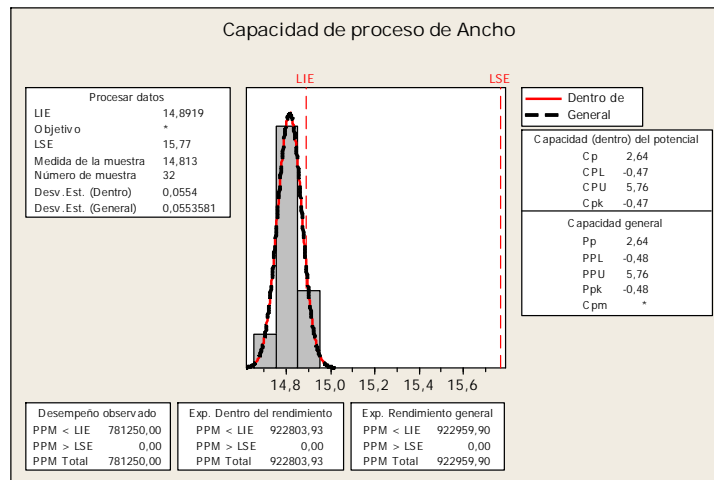
Cuadro 37. Capacidad Mejorada Pieza Bolsillos Frente Pantalón

**DIAGRAMAS DE CAPACIDAD DE PROCESOS PIEZA
BOLSILLOS FRENTE PANTALÓN**

LARGO EXTERNO



ANCHO



ALARGO INTERNO

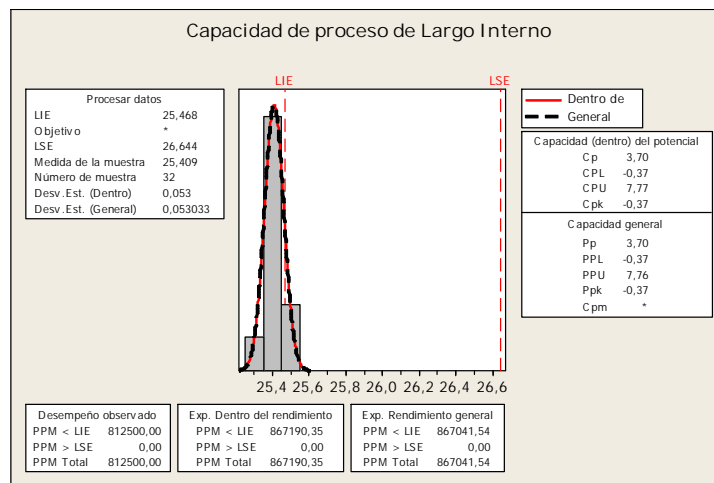


Tabla 24. Capacidad Mejorada Pieza Bolsillos Frente Pantalón

Pieza Bolsillos Espalda

Tela: Diadora (color negro)

Dimensiones reales:

Largo Externo: 25,8 cm.

Ancho: 14,8 cm.

Largo Interno: 25,4 cm.

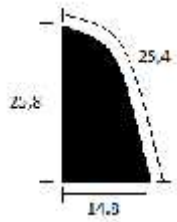


Gráfico 25. Pieza Bolsillos Espalda

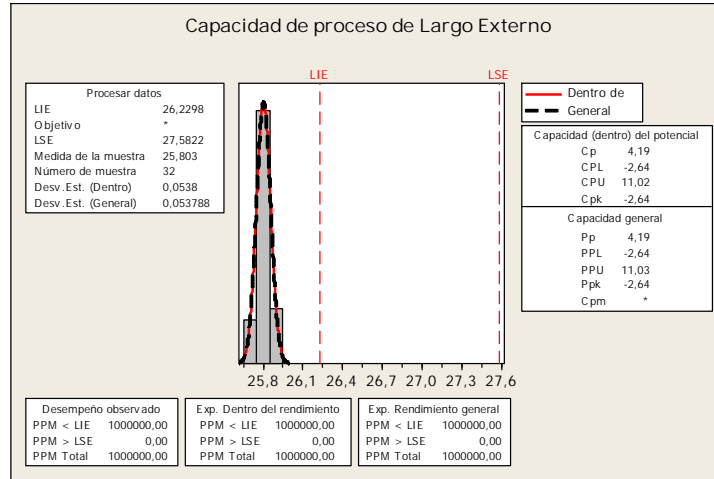
N°	Largo Externo (cm)	Ancho (cm)	Largo Interno (cm)
1	25,8	14,8	25,4
2	25,8	14,8	25,4
3	25,7	14,8	25,4
4	25,8	14,9	25,4
5	25,8	14,8	25,5
6	25,8	14,9	25,4
7	25,8	14,8	25,4
8	25,8	14,9	25,5
9	25,8	14,8	25,3
10	25,7	14,8	25,4
11	25,9	14,8	25,4
12	25,8	14,9	25,4
13	25,8	14,7	25,4
14	25,8	14,8	25,4
15	25,8	14,7	25,5
16	25,9	14,8	25,4
17	25,8	14,9	25,4
18	25,8	14,8	25,4
19	25,8	14,8	25,4
20	25,8	14,8	25,4
21	25,9	14,8	25,4
22	25,8	14,8	25,4
23	25,8	14,8	25,4
24	25,7	14,8	25,5

25	25,8	14,9	25,4
26	25,9	14,8	25,4
27	25,7	14,8	25,4
28	25,8	14,9	25,5
29	25,8	14,8	25,4
30	25,9	14,9	25,4
31	25,8	14,8	25,5
32	25,8	14,8	25,4
Sumatoria	825,7	474,2	813,3
Valor Nominal	25,8	14,8	25,4
Media	25,803	14,819	25,416
Desviación Estándar	0,0538	0,0535	0,0448
Considerando un intervalo de tolerancia de $\pm 0,05$, donde el valor del punto crítico $Z/2 = 1,96$			
Extremo Inferior	26,2298	13,5608	25,3341
Extremo Superior	27,5822	15,5012	26,4278
Índices Cp, Cpk y Cpm			
Índice Cp	4,1896	6,0224	3,8809
Índice Cpi	-2,6443	7,8392	0,6094
Índice Cps	11,0235	4,2504	7,5283
Índice Cpk	-2,6443	4,2504	0,6094
Valor σ	0,0539	0,0568	0,0476
Índice Cpm	25,0909	34,0352	21,9159

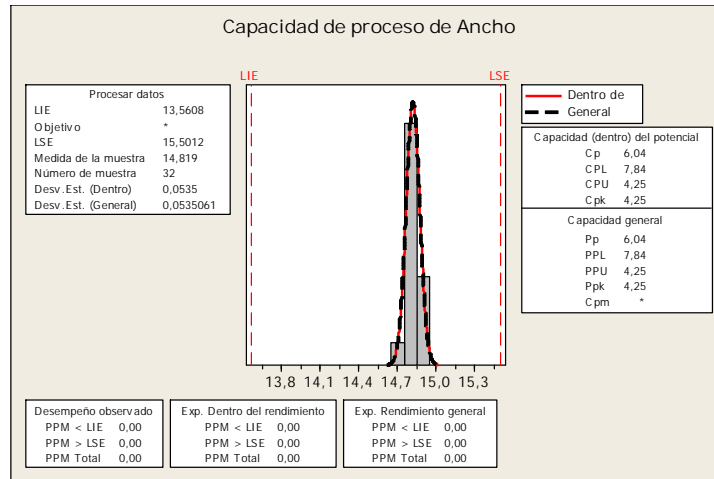
Cuadro 38. Capacidad Mejorada Pieza Bolsillos Espalda Pantalón

DIAGRAMAS DE CAPACIDAD DE PROCESOS PIEZA BOLSILLOS ESPALDA PANTALÓN

LARGO EXTERNO



ANCHO



LARGO INTERNO

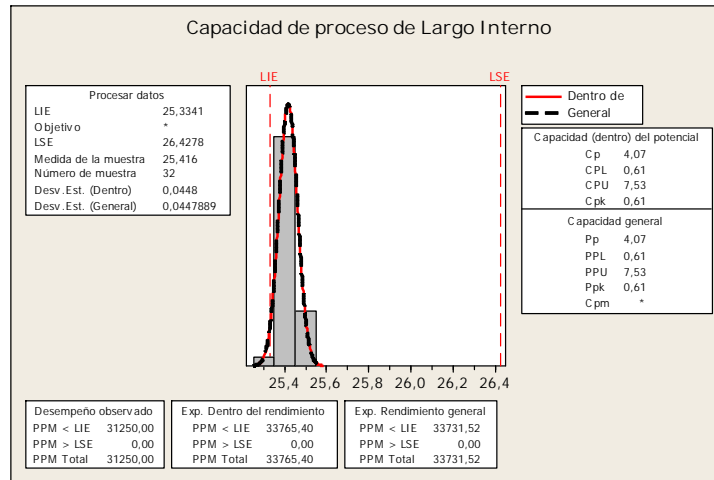


Tabla 25. Capacidad Mejorada Pieza Bolsillos Espalda Pantalón

Pieza Frente Pantalón

Tela: Diadora (color negro)

Dimensiones reales:

Largo Externo: 99,5 cm.

Largo Interno: 69,5 cm.

Ancho Superior: 25,5 cm.

Ancho Inferior: 19,5 cm.

Largo Tiro: 31,2 cm.

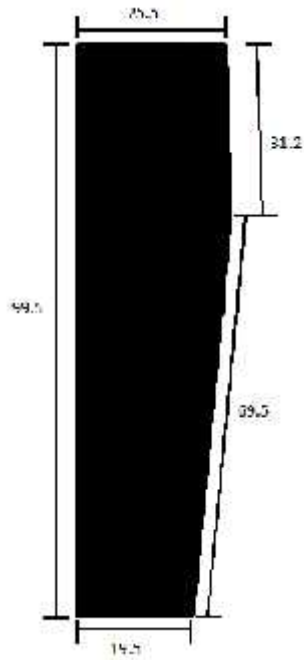


Gráfico 26. Pieza Frente Pantalón

N°	Largo Externo (cm)	Largo Interno (cm)	Ancho Superior (cm)	Ancho Inferior (cm)	Largo tiro (cm)
1	99,5	69,5	25,5	19,5	31,2
2	99,5	69,5	25,5	19,5	31,2
3	99,5	69,5	25,5	19,5	31,1
4	99,5	69,5	25,6	19,5	31,3
5	99,6	69,5	25,5	19,6	31,2
6	99,5	69,6	25,5	19,5	31,2
7	99,5	69,5	25,5	19,5	31,2
8	99,6	69,5	25,5	19,5	31,1
9	99,5	69,5	25,6	19,5	31,2
10	99,4	69,5	25,5	19,6	31,2
11	99,5	69,5	25,4	19,5	31,2

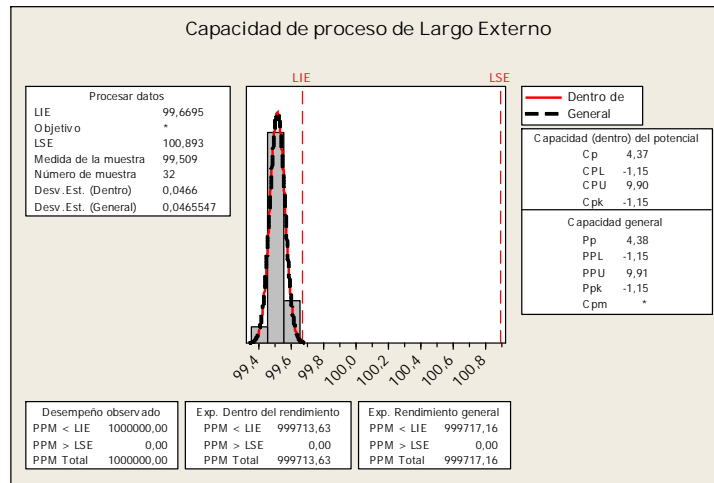
12	99,5	69,6	25,5	19,5	31,3
13	99,4	69,5	25,6	19,5	31,2
14	99,5	69,5	25,5	19,5	31,2
15	99,5	69,5	25,5	19,5	31,2
16	99,5	69,5	25,6	19,6	31,2
17	99,5	69,6	25,5	19,5	31,1
18	99,5	69,5	25,5	19,5	31,2
19	99,5	69,4	25,5	19,5	31,2
20	99,5	69,5	25,5	19,5	31,2
21	99,6	69,5	25,5	19,5	31,2
22	99,5	69,4	25,6	19,4	31,3
23	99,5	69,6	25,5	19,5	31,2
24	99,5	69,5	25,5	19,5	31,3
25	99,5	69,5	25,5	19,6	31,2
26	99,6	69,6	25,5	19,5	31,2
27	99,5	69,4	25,6	19,5	31,3
28	99,5	69,5	25,5	19,4	31,2
29	99,5	69,5	25,5	19,5	31,2
30	99,5	69,5	25,6	19,5	31,2
31	99,5	69,6	25,5	19,5	31,2
32	99,6	69,5	25,5	19,5	31,3
Sumatoria	3184,3	2224,3	816,6	624,2	998,7
Valor Nominal	99,5	69,5	25,5	19,5	31,2
Media	99,509	69,509	25,519	19,506	31,209
Desviación Estándar	0,0466	0,0530	0,0471	0,0435	0,0530
Considerando un intervalo de tolerancia de $\alpha=0.05$, donde el valor del punto crítico $Z_{\alpha/2}= 1,96$					
Extremo Inferior	99,6695	69,4766	25,5656	19,5628	31,2472
Extremo Superior	100,8925	70,1234	26,5103	20,4252	31,9528
Índices Cp, Cpk y Cpm					
Índice Cp	4,3741	2,0339	3,3429	3,3042	2,2188
Índice Cpi	-1,1480	0,2087	-0,3298	-0,4352	-0,2402
Índice Cps	9,8962	3,8640	7,0155	7,0437	4,6779
Índice Cpk	-1,1480	0,2087	-0,3298	-0,4352	-0,2402

Valor	0,0474	0,0537	0,0508	0,0439	0,0537
Índice Cpm	25,8017	12,0447	18,5964	19,6446	13,1396

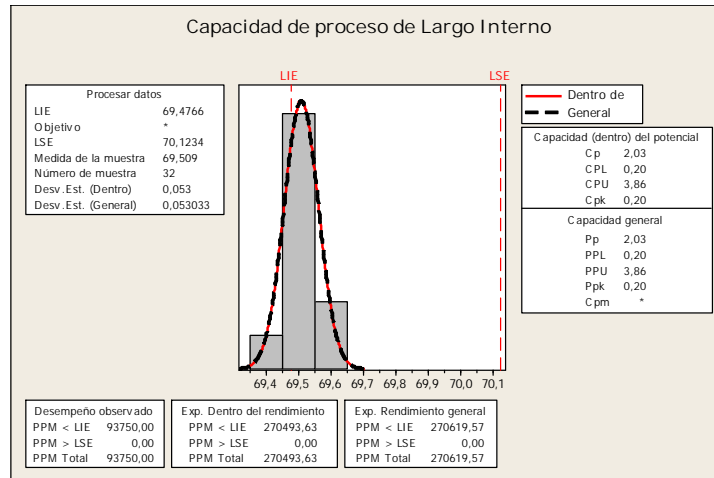
Cuadro 39. Capacidad Mejorada Pieza Frente Pantalón

DIAGRAMAS DE CAPACIDAD DE PROCESOS PIEZA FRENTE PANTALÓN

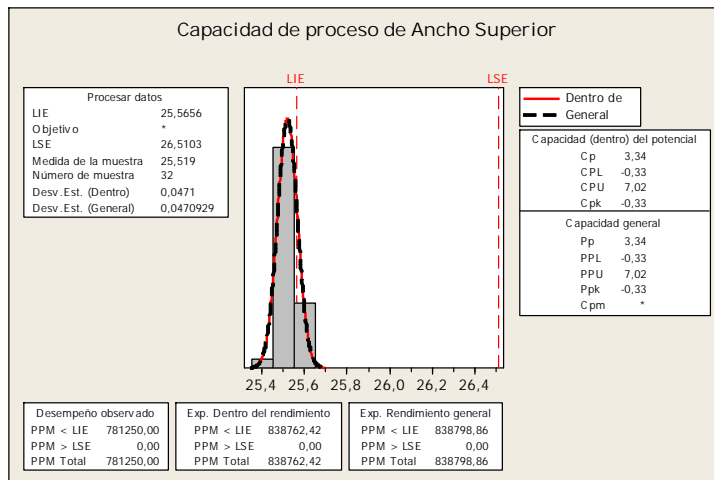
LARGO EXTERNO



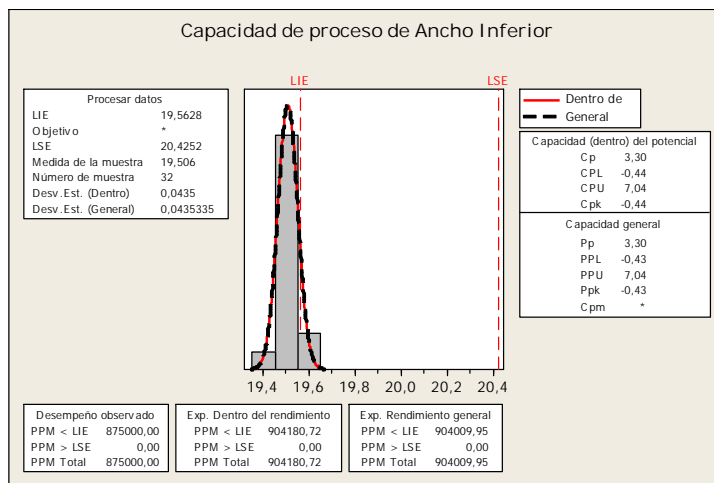
LARGO INTERNO



ANCHO SUPERIOR



ANCHO INFERIOR



LARGO TIRO

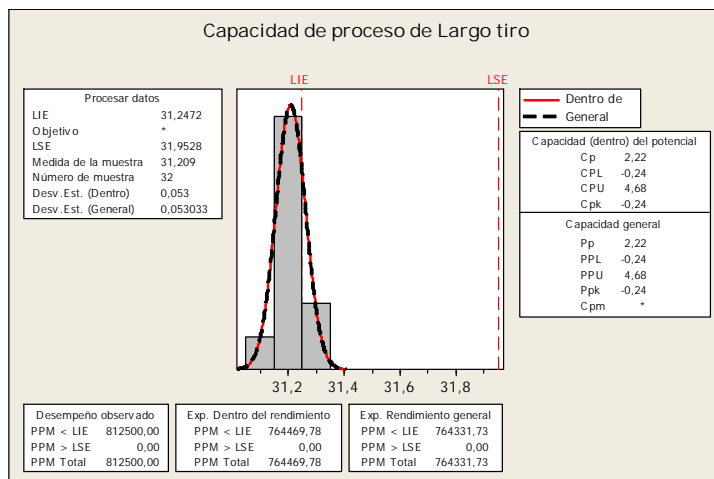


Tabla 26. Capacidad Mejorada Pieza Frente Pantalón

Pieza Espalda Pantalón

Tela: Diadora (color negro)

Dimensiones reales:

Largo Externo: 99,5 cm.

Largo Interno: 70,0 cm.

Ancho Superior: 25,9 cm.

Ancho Inferior: 21,2 cm.

Largo Tiro: 36,8 cm.

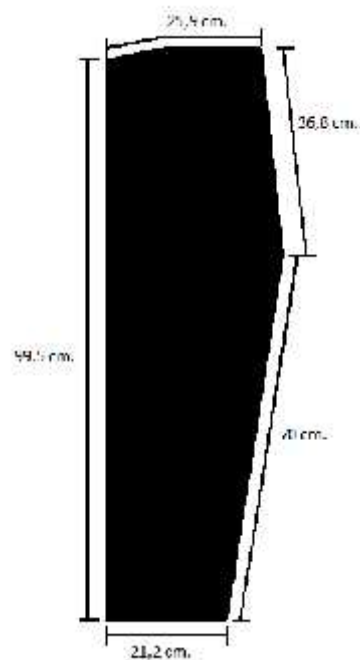


Gráfico 27. Pieza Espalda Pantalón

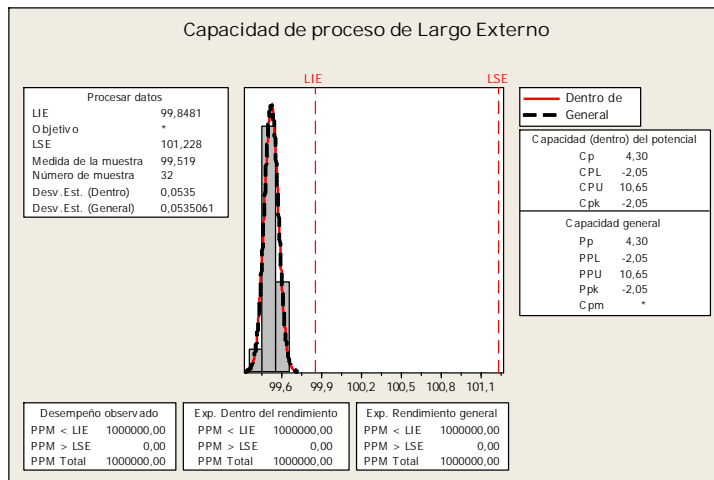
N°	Largo Externo (cm)	Largo Interno (cm)	Ancho Superior (cm)	Ancho Inferior (cm)	Largo tiro (cm)
1	99,5	70,0	25,9	21,2	36,8
2	99,5	70,0	25,9	21,2	36,9
3	99,6	70,0	26,0	21,2	36,8
4	99,5	70,1	25,9	21,3	36,7
5	99,6	70,0	25,9	21,2	36,8
6	99,5	70,0	25,9	21,2	36,8
7	99,5	70,0	26,0	21,2	36,8
8	99,5	70,0	25,9	21,1	36,8
9	99,5	70,1	26,1	21,2	36,8
10	99,6	70,0	25,8	21,2	36,8
11	99,5	70,1	25,9	21,3	37,0
12	99,6	70,0	25,9	21,3	36,8
13	99,5	70,0	25,9	21,2	37,0
14	99,5	70,0	26,0	21,2	36,8
15	99,6	70,0	25,9	21,2	36,9
16	99,5	70,1	25,9	21,3	36,8
17	99,5	70,0	25,9	21,2	36,8
18	99,5	70,0	25,9	21,2	36,8
19	99,5	70,1	25,9	21,2	36,8
20	99,5	70,0	25,9	21,2	36,8
21	99,4	69,9	25,9	21,2	36,8
22	99,5	70,0	26,0	21,2	36,8
23	99,6	70,0	25,9	21,3	36,8
24	99,5	70,0	25,8	21,2	36,8
25	99,5	70,0	25,9	21,3	36,8
26	99,5	70,0	26,0	21,2	36,9
27	99,5	70,2	25,9	21,2	36,8
28	99,6	70,0	25,9	21,2	36,7

29	99,5	70,0	25,9	21,0	36,8
30	99,4	70,1	25,9	21,2	36,8
31	99,5	70,0	25,9	21,3	36,8
32	99,6	70,0	26,0	21,2	36,9
Sumatoria	3184,6	2240,7	829,4	678,8	1178,2
Valor Nominal	99,5	70,0	25,9	21,2	36,8
Media	99,519	70,022	25,919	21,213	36,819
Desviación Estándar	0,0535	0,0553	0,0592	0,0609	0,0644
Considerando un intervalo de tolerancia de $\alpha=0.05$, donde el valor del punto crítico $Z_{\alpha/2}= 1,96$					
Extremo Inferior	99,8481	69,8239	28,0238	23,3113	36,8827
Extremo Superior	101,2279	70,7020	28,3021	24,5147	37,4433
Índices Cp, Cpk y Cpm					
Índice Cp	4,2984	2,6465	0,7835	2,8779	1,4508
Índice Cpi	-2,0504	1,1941	-11,8513	-11,4849	-0,3297
Índice Cps	10,6473	4,0988	13,4183	18,0717	3,2313
Índice Cpk	-2,0504	1,1941	-11,8513	-11,4849	-0,3297
Valor σ	0,0568	0,0595	0,0622	0,0623	0,0671
Índice Cpm	24,2922	14,7579	4,4723	16,8796	8,3547

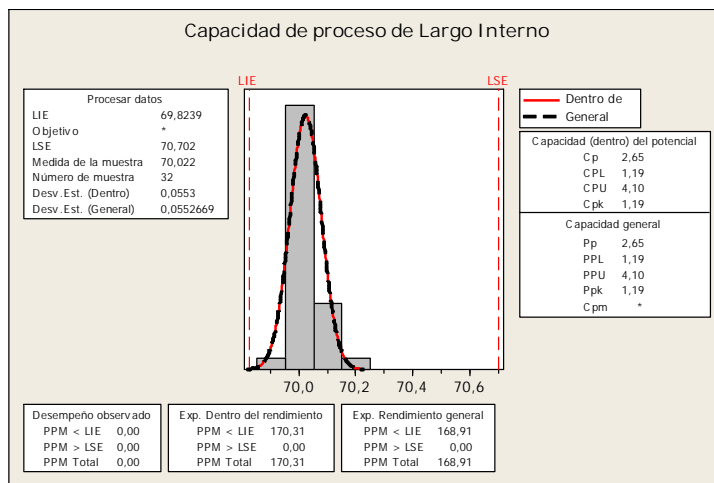
Cuadro 40. Capacidad Mejorada Pieza Espalda Pantalón

**DIAGRAMAS DE CAPACIDAD DE PROCESOS PIEZA ESPALDA
PANTALÓN**

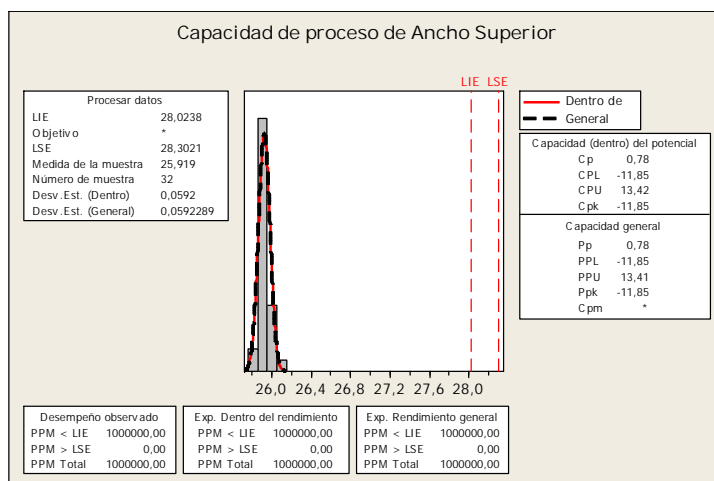
LARGO EXTERNO



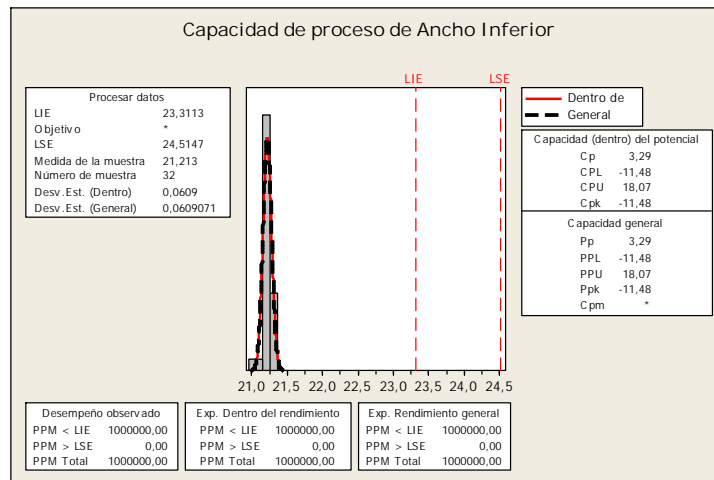
LARGO INTERNO



ANCHO SUPERIOR



ANCHO INFERIOR



LARGO TIRO

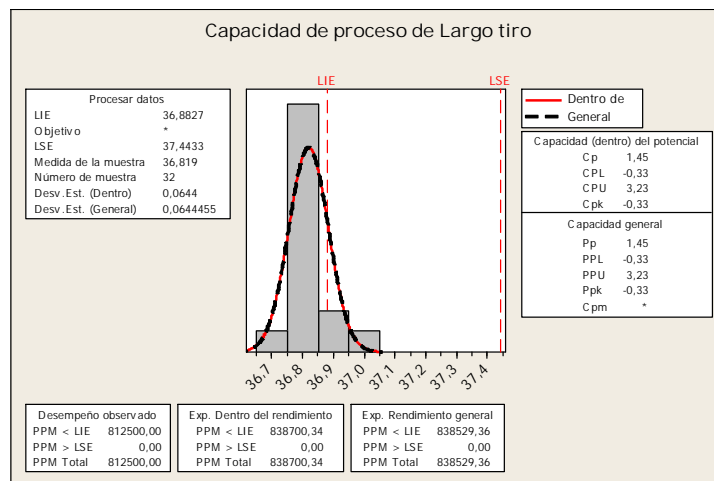


Tabla 27. Capacidad Mejorada Pieza Espalda Pantalón

Los resultados obtenidos de los Índices de Capacidad nos demuestran que las implementaciones realizadas tienen éxito, ya que se cumplen con las especificaciones de corte y las campanas de Gauss se han disminuido notablemente. La capacidad se ha mejorado cumpliendo con el objetivo de este estudio.

5.5.2.2 Mejora de Productividad

Variables del Proceso de Confección de Calentadores:

Costos Mensuales de la Empresa

Variables	Valor en dólares
Mano de Obra	\$ 876
Materiales	\$600
Energía Eléctrica	\$70
Capital Invertido	\$250
Pago de Seguro Social	\$108,18

Cuadro 41. Variables del Proceso de Confección de Calentadores Mejora

Productividad Mono Factorial (Mano de Obra)

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Insumos\ empleados}$$

Datos:

Horas de trabajo al mes: 160 horas/trabajadora

Salario por trabajadora al mes: \$292

Número de trabajadoras en línea de calentadores: 3 trabajadoras

Producción diaria: 15 calentadores al día

Precio Unitario de Venta Producto: \$18

$$Productividad = \frac{\frac{300\text{ calentadores}}{\text{mes}} * \frac{18\$}{\text{calentador}}}{876\ \$MO/\text{mes}}$$

$$Productividad = 6,164 \$$$

Productividad Multifactorial (Mano de Obra, Materiales, Energía Eléctrica, Capital invertido, Pago del Seguro Social)

$$Productividad = \frac{Salida}{MC + Materiales + Energía + Capital + SS}$$

$$Productividad = \frac{\frac{300 \text{ calentadores}}{\text{mes}} * \frac{18\$}{\text{calentador}}}{1904,18 \$/\text{mes}}$$

$$Productividad = 2,836 \$$$

La productividad también ha sido mejorada, ya que las piezas de corte son casi exactas y las operarias ya no tienen que pasar su tiempo tratando de encajar las piezas, incrementando su producción de 12 calentadores a 15 calentadores diarias. El costo de empleo de materia prima ha sido reducido ya que el desperdicio ha disminuido gracias al sistema de corte implementado.

5.6 FASE CONTROL

Para mantener las mejoras logradas en el desempeño del proceso de corte, se implementaron medidas fáciles de utilizar para poder controlar adecuadamente la variable en las condiciones de operación propuestas. Se implementaron también

cartas de control de medias y rangos, basadas en cuatro muestras por día, para monitorear el comportamiento del proceso.

A continuación se muestran las cartas $\bar{X} - R$ para la variable corte, durante los primeros días de operación del proceso bajo las condiciones de operación encontradas. Se observa un comportamiento en control estadístico tanto de la media como de la variabilidad de los cortes, lo que contrasta con la situación inicial del proceso que se mostró en la Fase 5.3 de Medir.

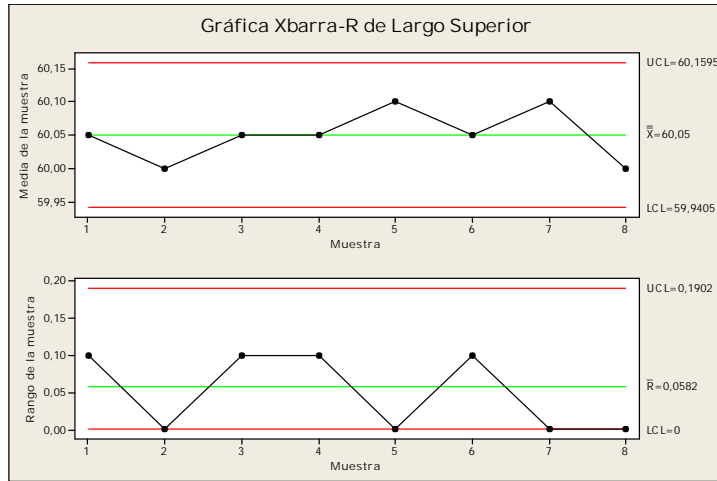
5.6.1 CARTAS $\bar{X} - R$ DEL PROCESO DE CORTE MEJORADO

PIEZAS DE CHOMPA

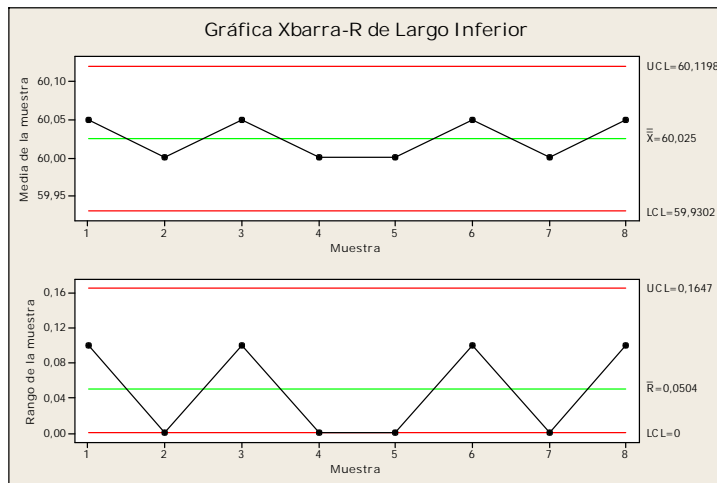
Pieza Cuello 1

CARTAS DEL PROCESO DE CORTE MEJORADO

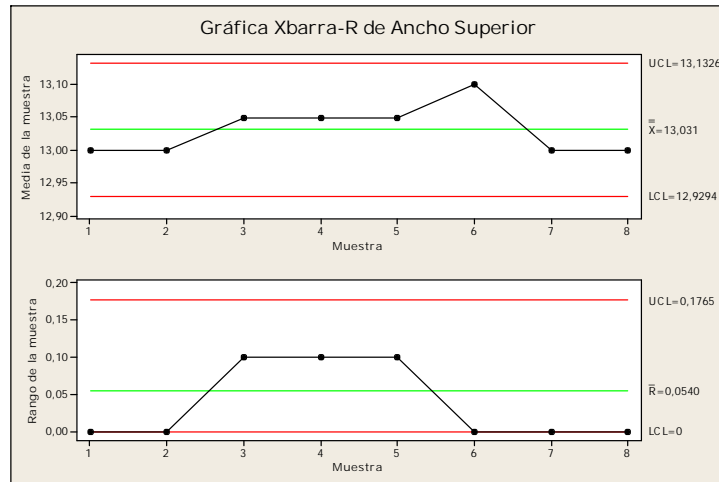
LARGO SUPERIOR



LARGO INFERIOR



ANCHO SUPERIOR



ANCHO INFERIOR

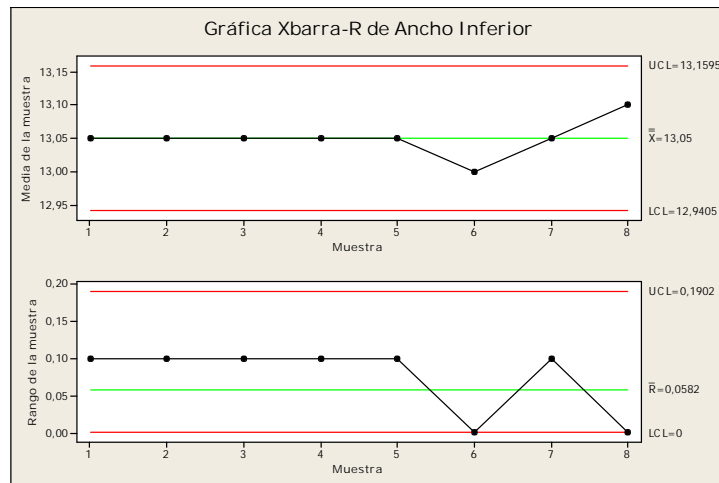
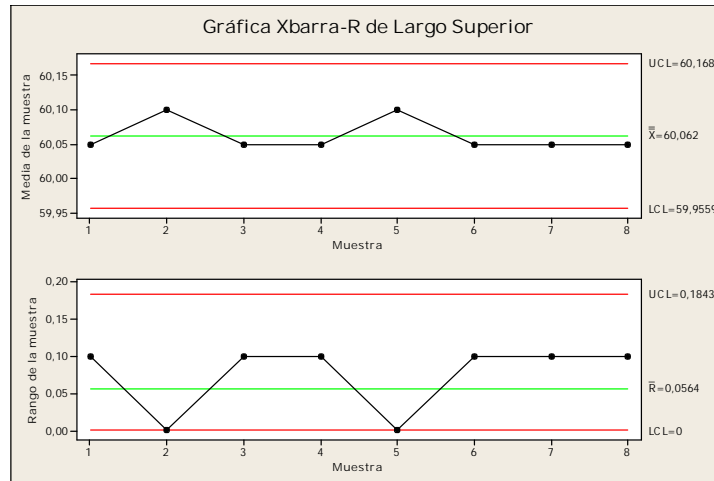


Tabla 28. Gráficas \bar{X} -R Pieza Cuello 1

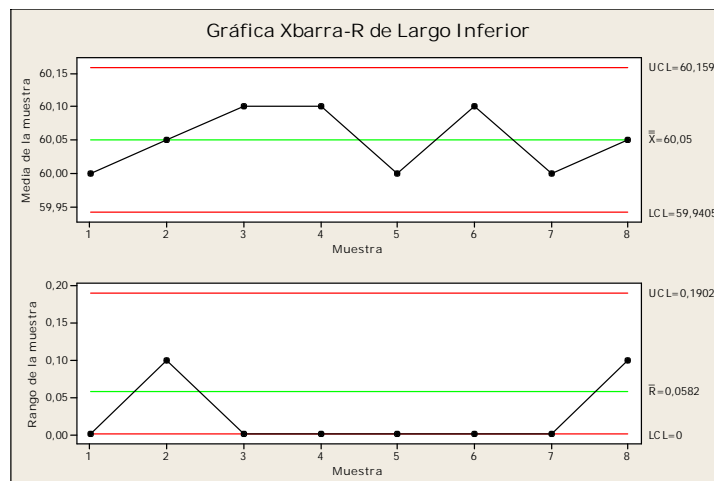
Pieza Cuello 2

CARTAS DEL PROCESO DE CORTE MEJORADO

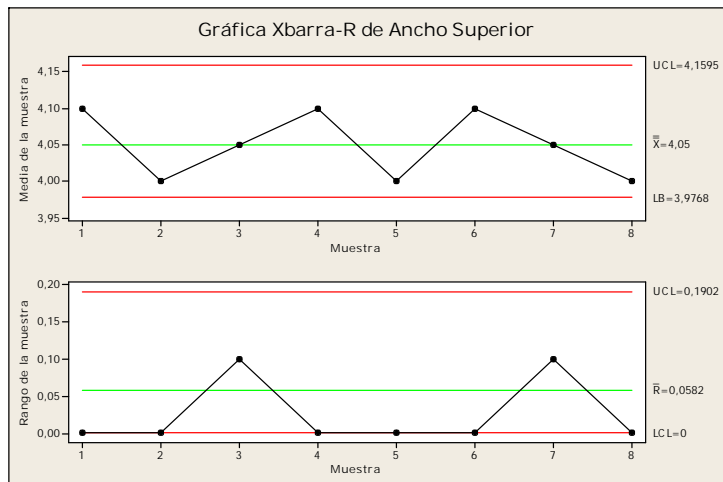
LARGO SUPERIOR



LARGO INFERIOR



ANCHO SUPERIOR



ANCHO INFERIOR

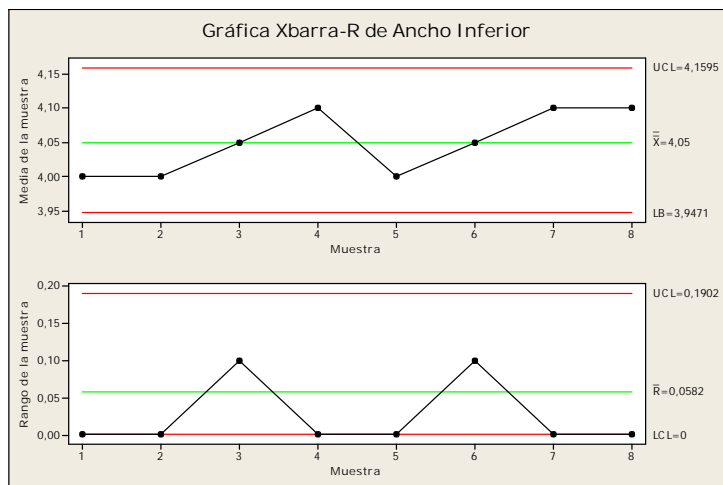
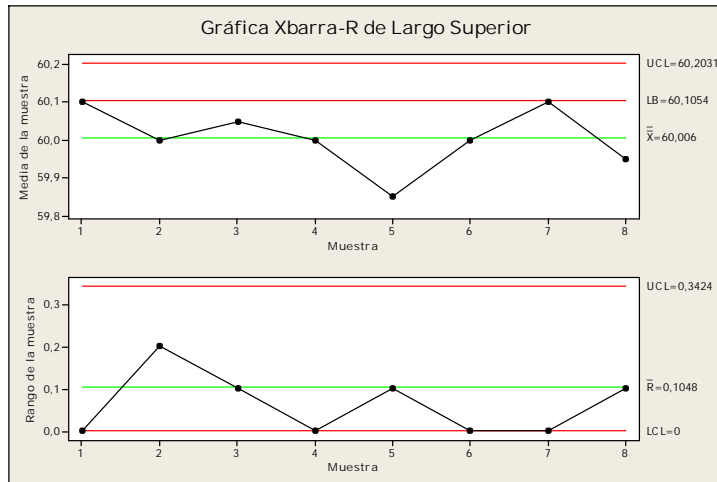


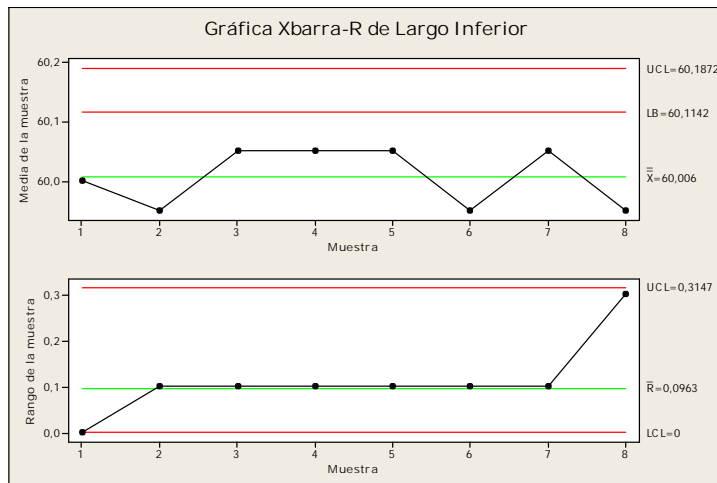
Tabla 29. Gráficas \bar{X} -R Pieza Cuello 2

Pieza Cuello 3

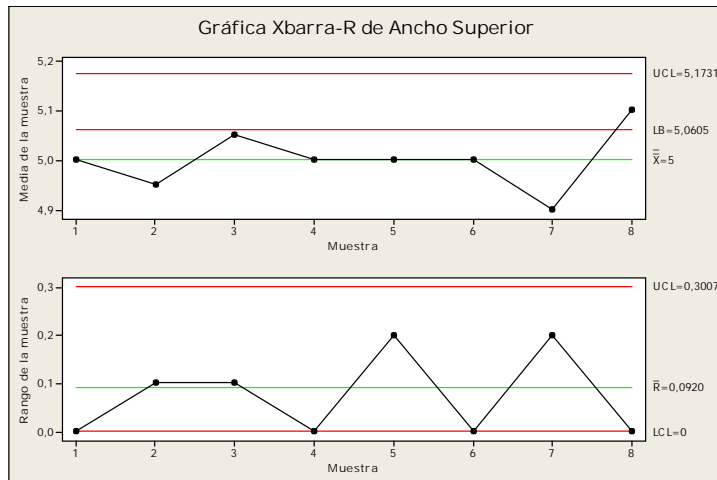
**CARTAS DEL PROCESO DE CORTE MEJORADO
LARGO SUPERIOR**



LARGO INFERIOR



ANCHO SUPERIOR



ANCHO INFERIOR

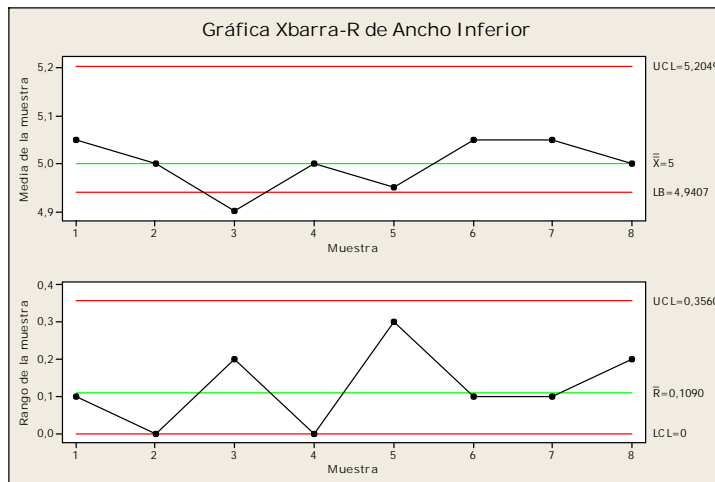


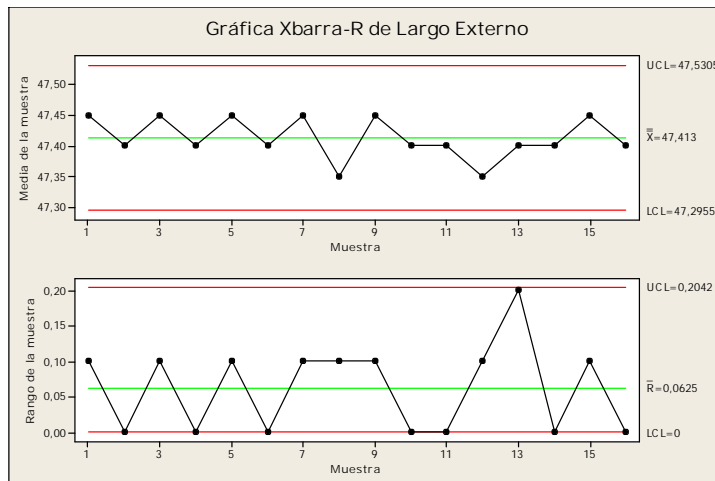
Tabla 30. Gráficas \bar{X} -R Pieza Cuello 3

Pieza lateral delantero

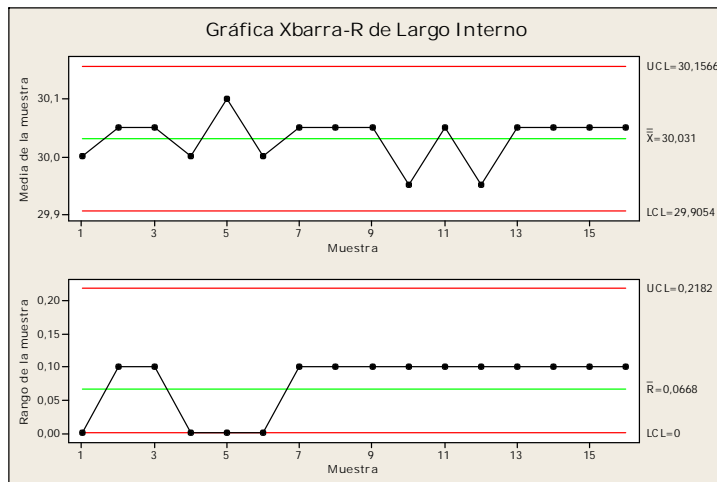
CARTAS DEL PROCESO DE CORTE MEJORADO



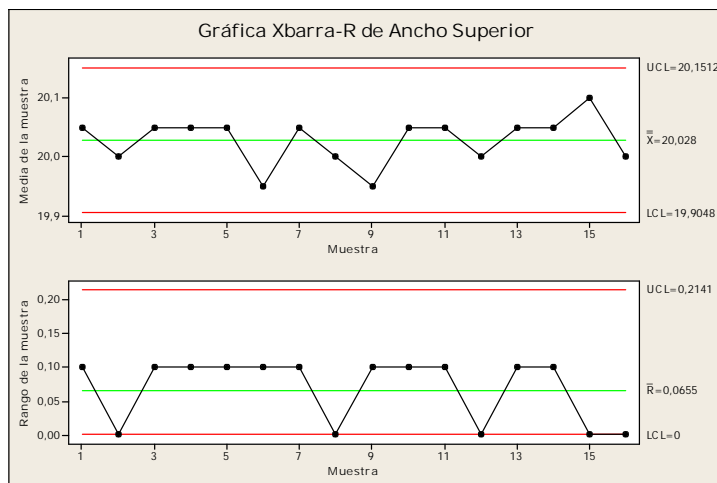
LARGO EXTERNO



LARGO INTERNO



ANCHO SUPERIOR



ANCHO INFERIOR

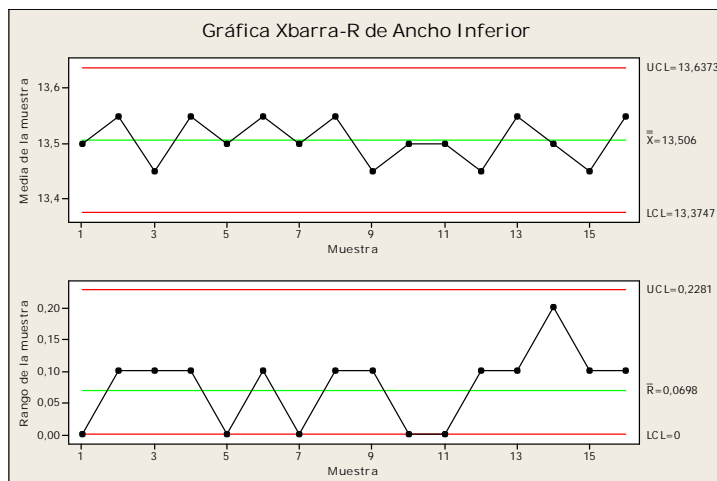
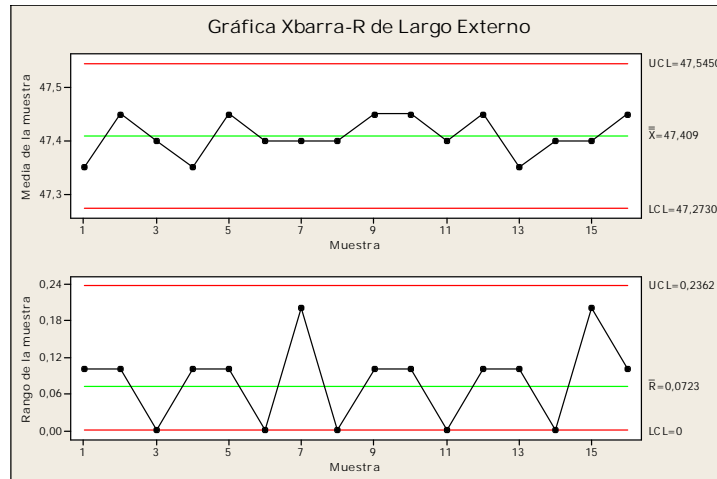


Tabla 31. Gráficas \bar{X} -R Pieza Lateral Delantero

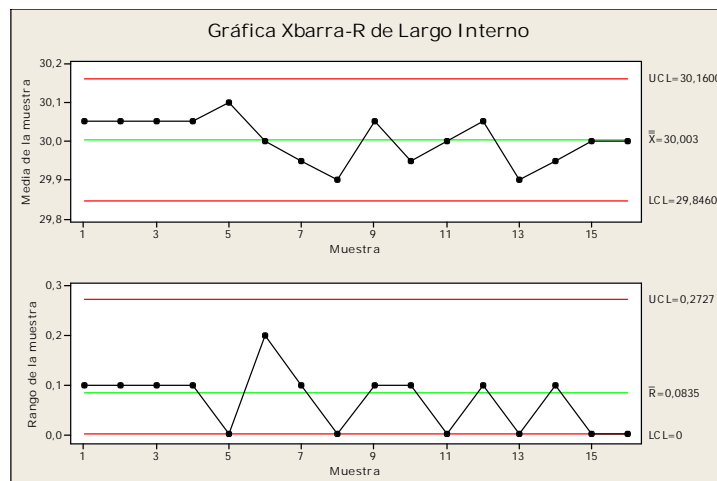
Pieza lateral espalda

CARTAS DEL PROCESO DE CORTE MEJORADO

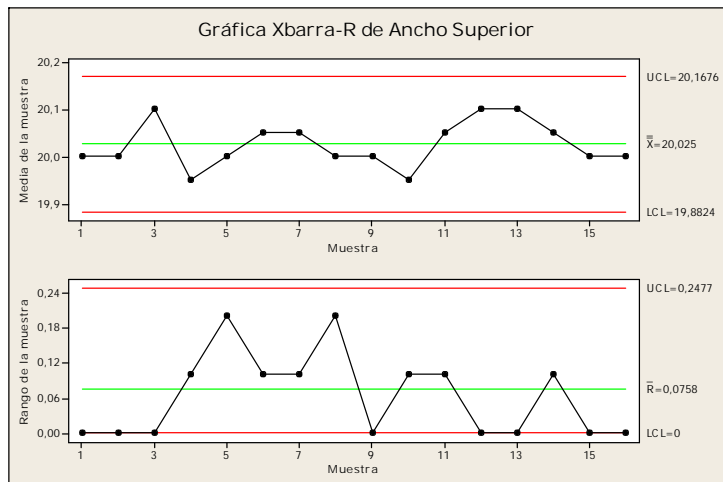
LARGO EXTERNO



LARGO INTERNO



ANCHO SUPERIOR



ANCHO INFERIOR

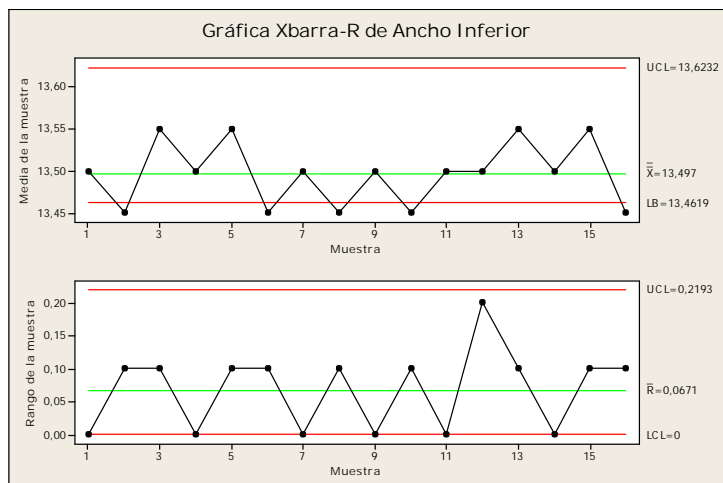

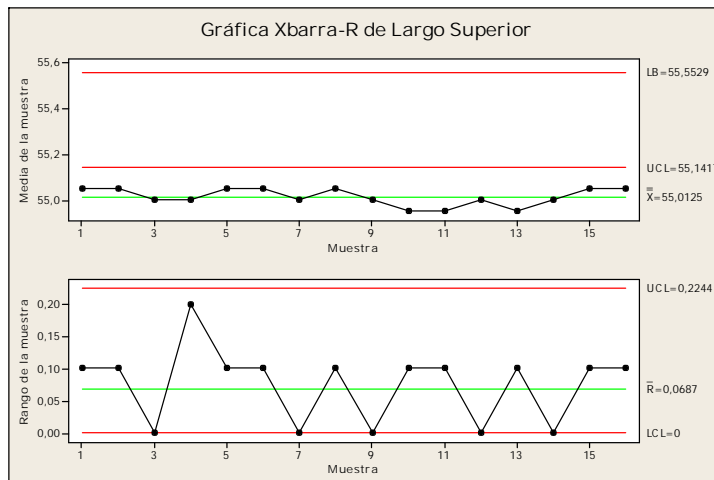


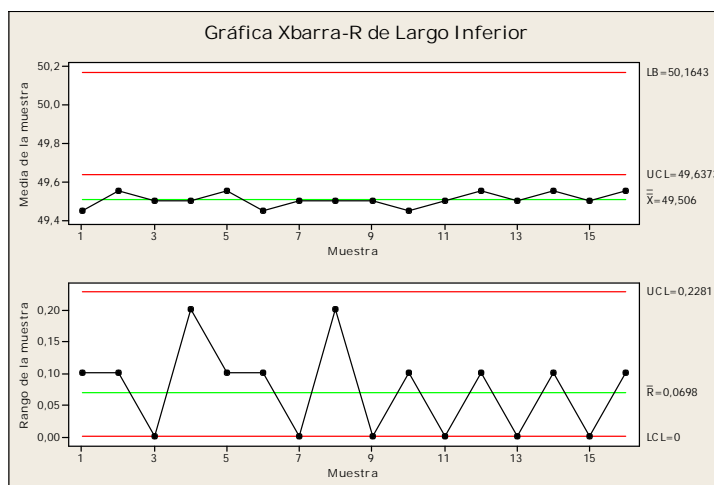
Tabla 32. Gráficas \bar{X} -R Pieza lateral Espalda

Pieza Mangas

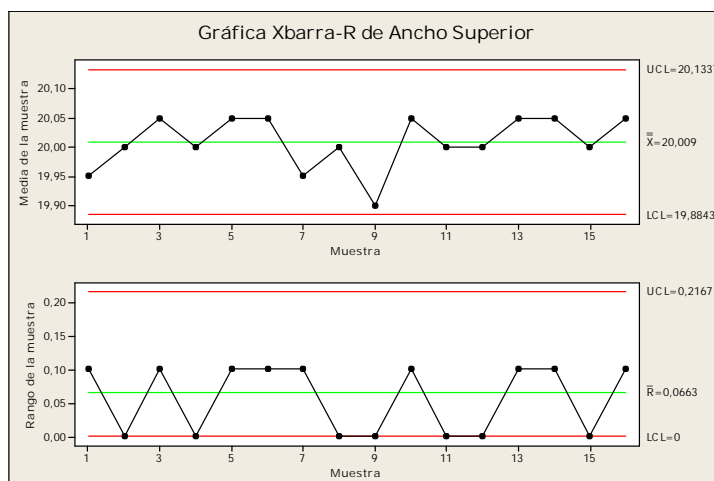
CARTAS DEL PROCESO DE CORTE MEJORADO

LARGO SUPERIOR



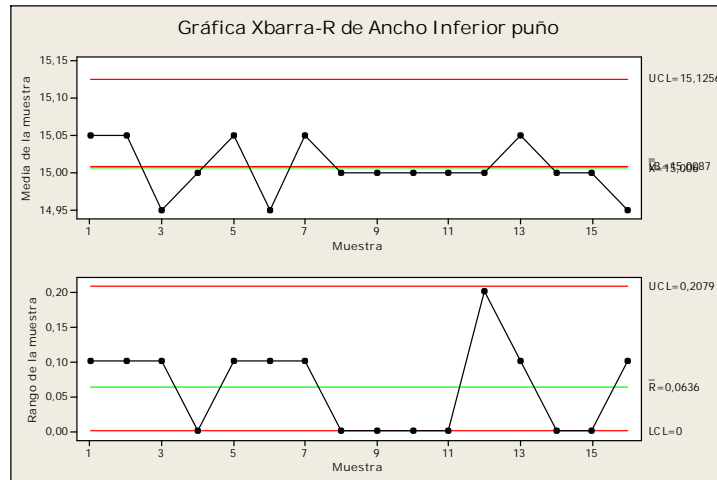
LARGO INFERIOR



ANCHO SUPERIOR



ANCHO INFERIOR PUÑO



CONTORNO SIZA

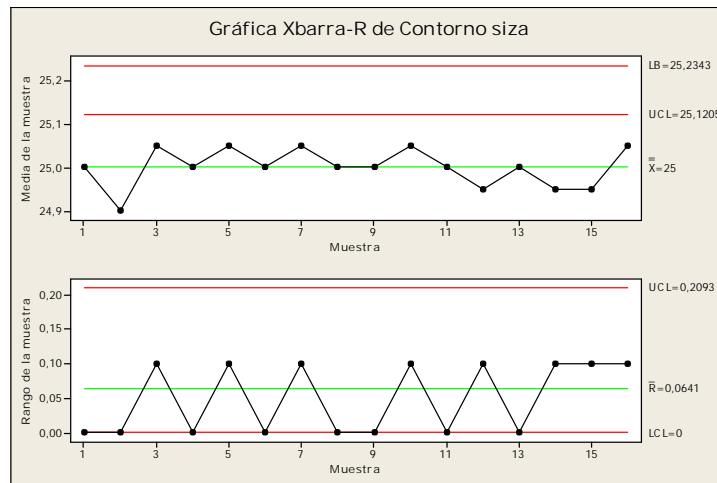
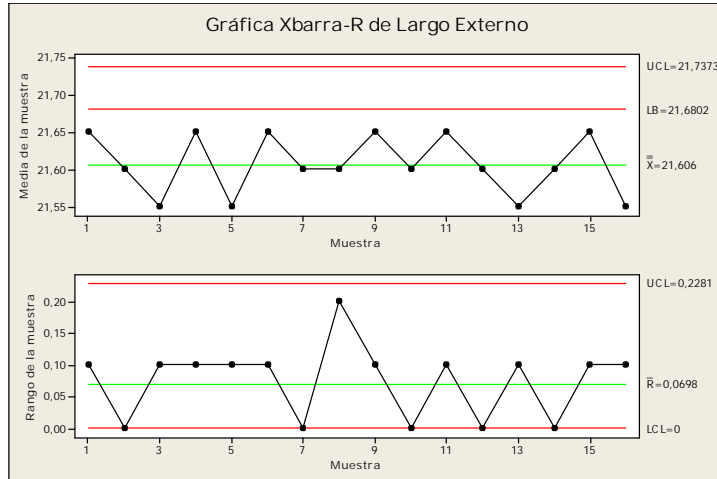


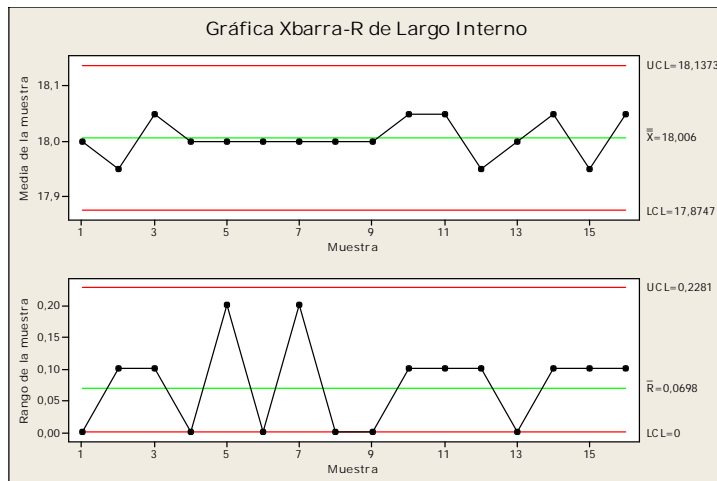
Tabla 33. Gráficas \bar{X} -R Pieza mangas

Pieza Bolsillos Chompa

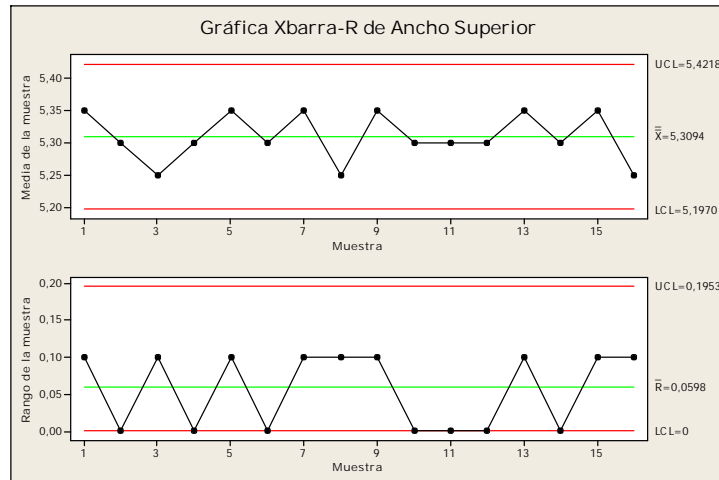
CARTAS DEL PROCESO DE CORTE MEJORADO LARGO EXTERNO



LARGO INTERNO



ANCHO SUPERIOR



ANCHO INFERIOR

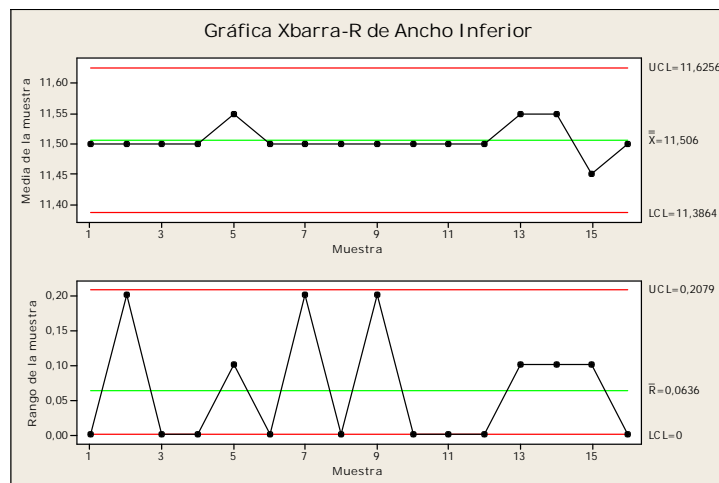
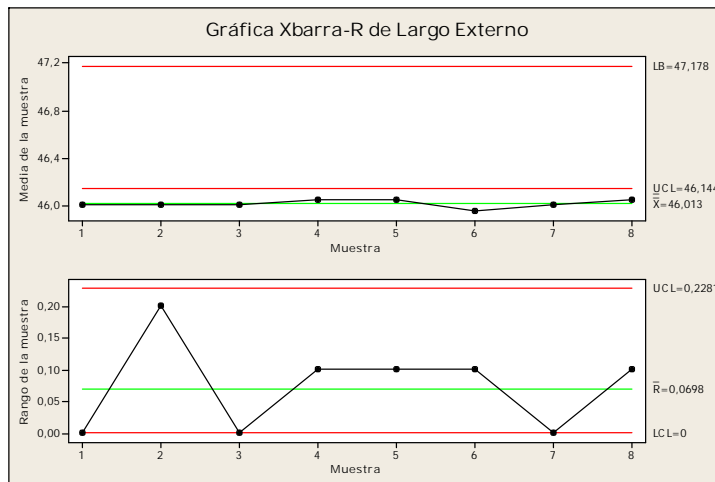


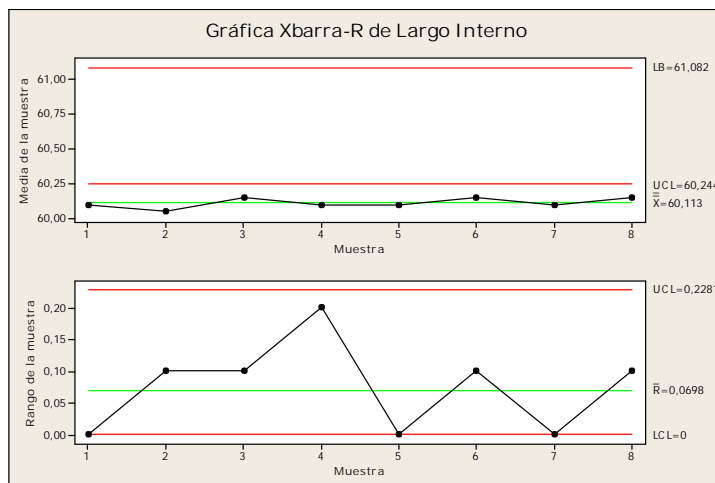
Tabla 34. Gráficas \bar{X} -R Pieza Delanteros

Pieza Espalda Chompa

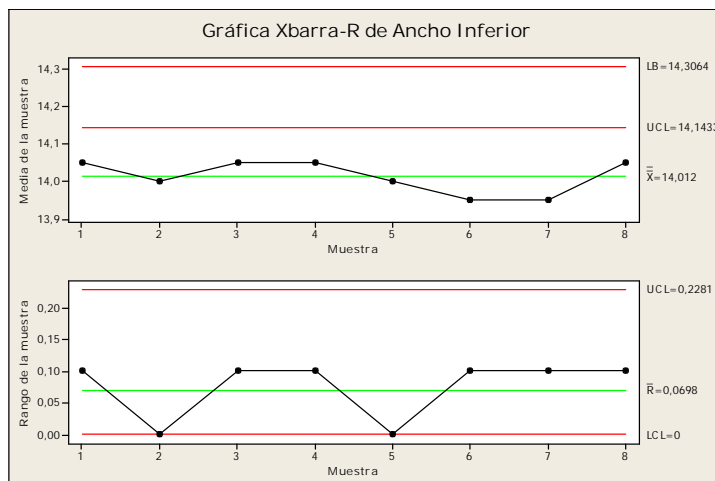
**CARTAS DEL PROCESO DE CORTE MEJORADO
LARGO EXTERNO**



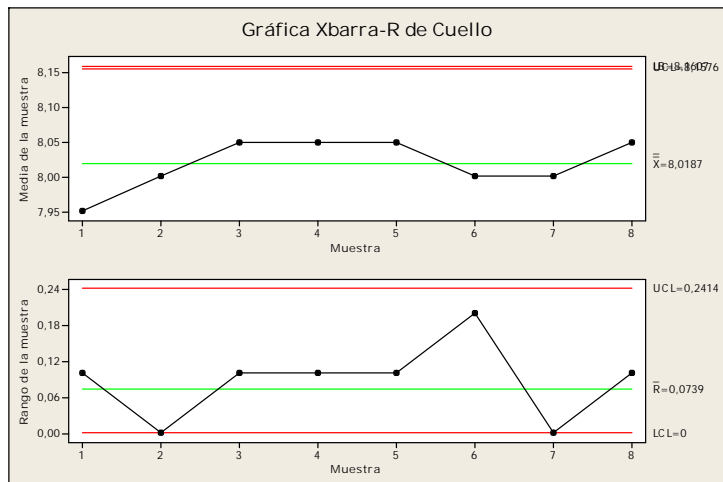
LARGO INTERNO



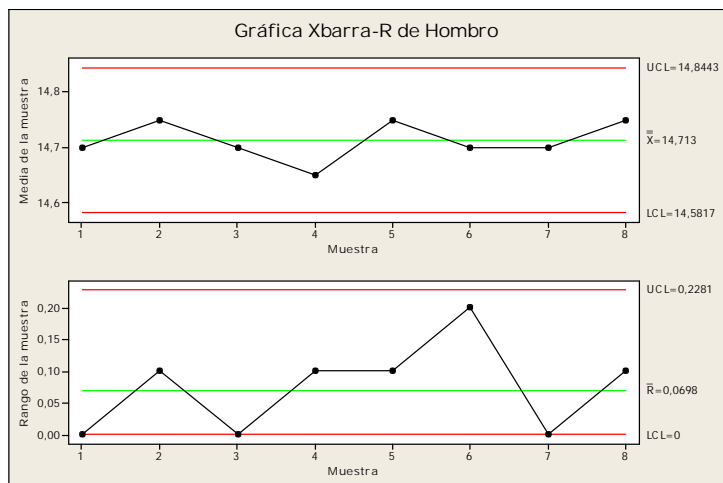
ANCHO INFERIOR



CUELLO



HOMBRO



CONTORNO SIZA

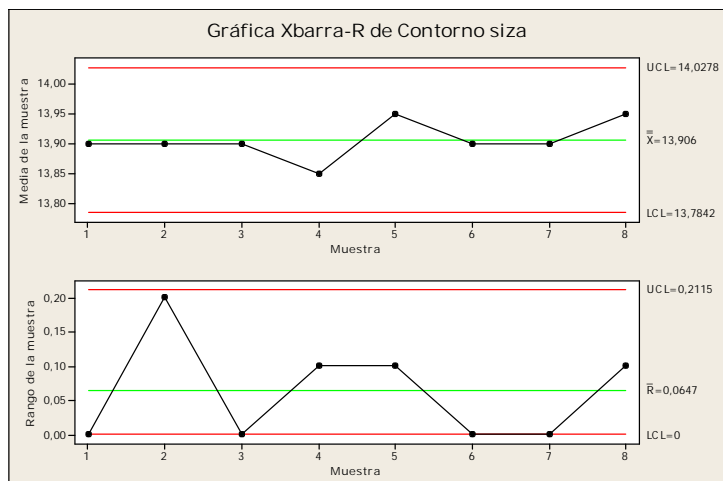


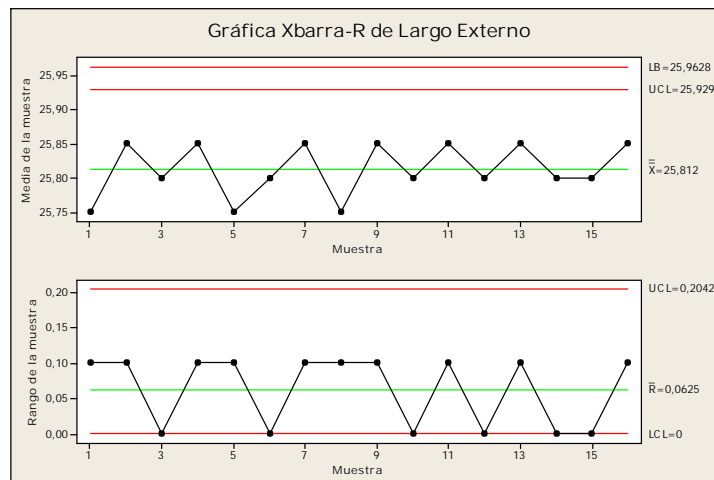
Tabla 35. Gráficas \bar{X} -R Pieza Espalda

PIEZAS PANTALÓN

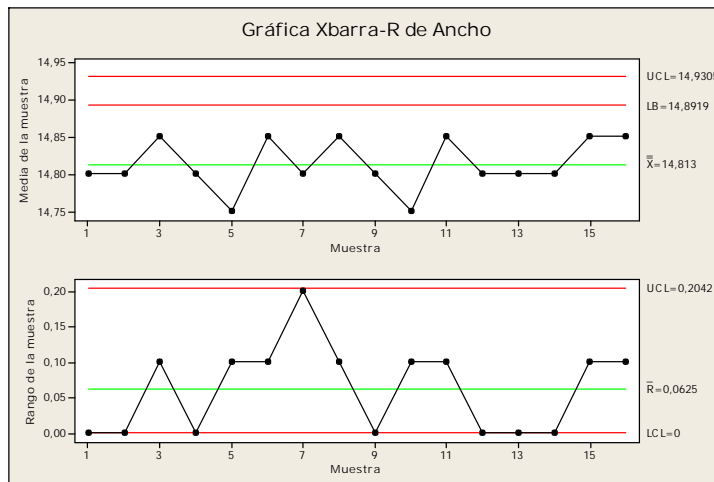
Pieza Bolsillos Frente

CARTAS DEL PROCESO DE CORTE MEJORADO

LARGO EXTERNO



ANCHO



LARGO INTERNO

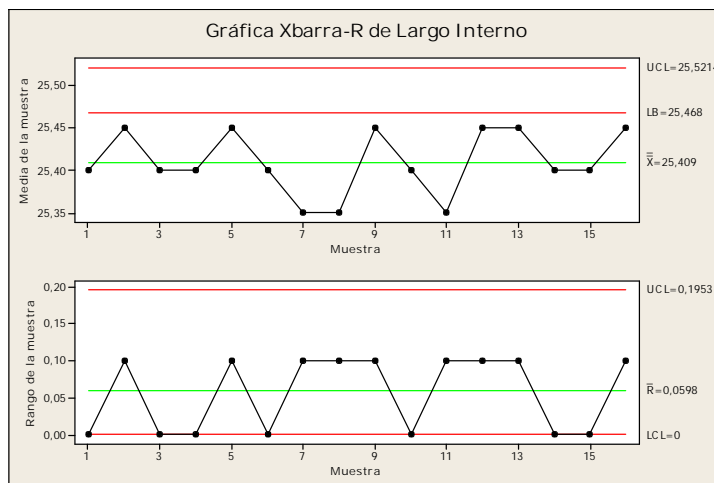

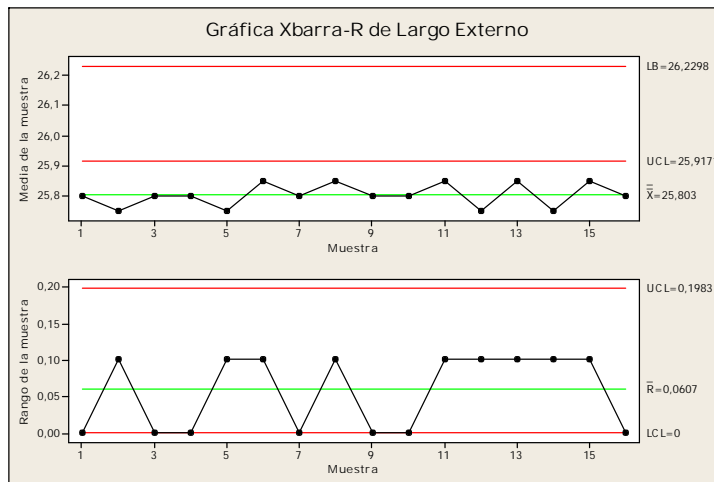


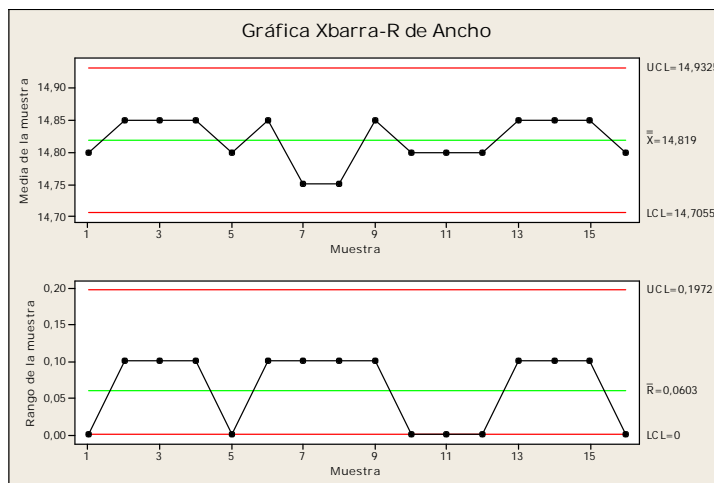
Tabla 36. Gráficas \bar{X} -R Pieza Bolsillos Frente Pantalón

Bolsillos Espalda

CARTAS DEL PROCESO DE CORTE MEJORADO

LARGO EXTERNO



ANCHO



LARGO INTERNO

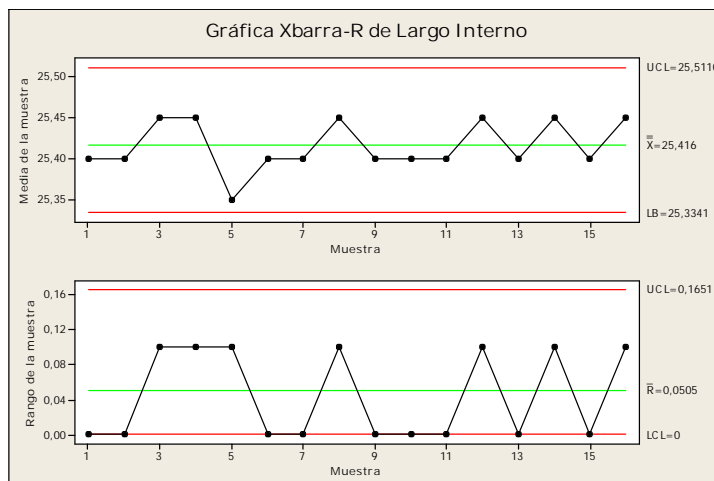
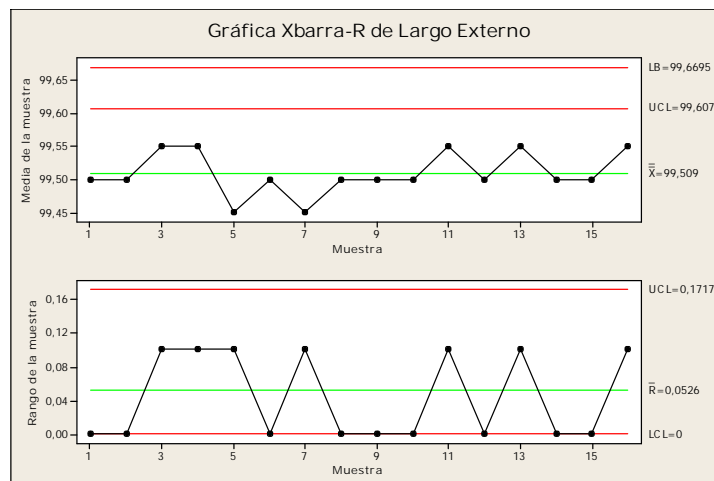


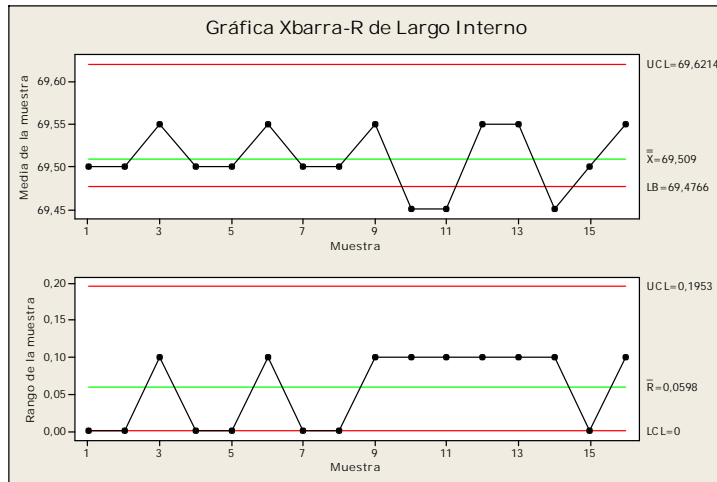
Tabla 37. Gráficas \bar{X} -R Pieza Bolsillos Espalda Pantalón

Pieza Frente

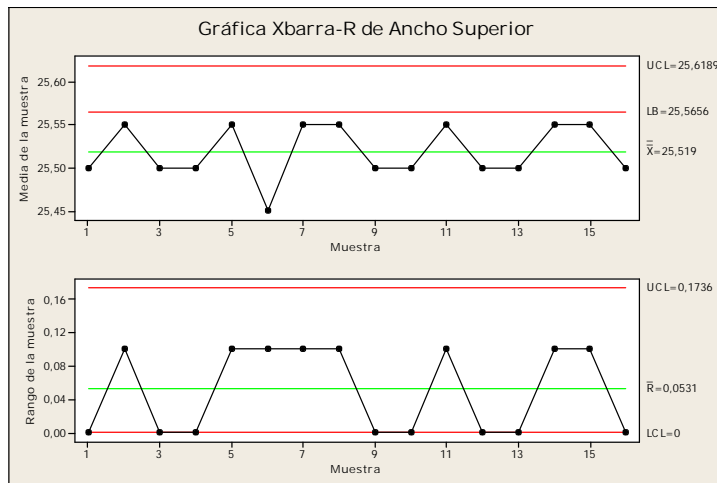
CARTAS DEL PROCESO DE CORTE MEJORADO LARGO EXTERNO



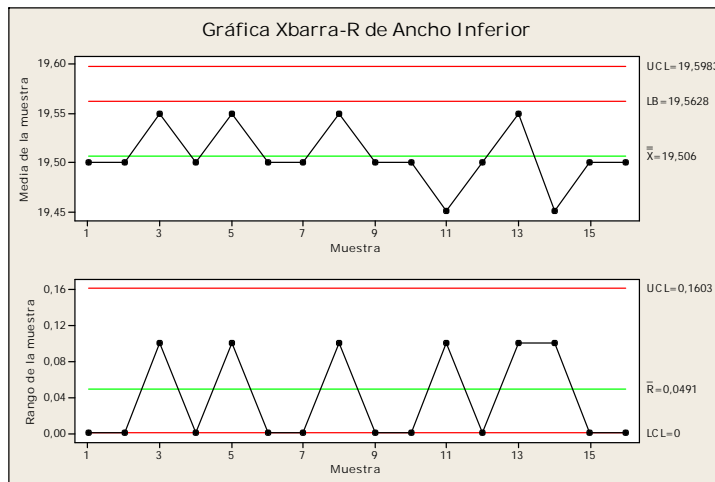
LARGO INTERNO



ANCHO SUPERIOR



ANCHO INFERIOR



LARGO TIRO

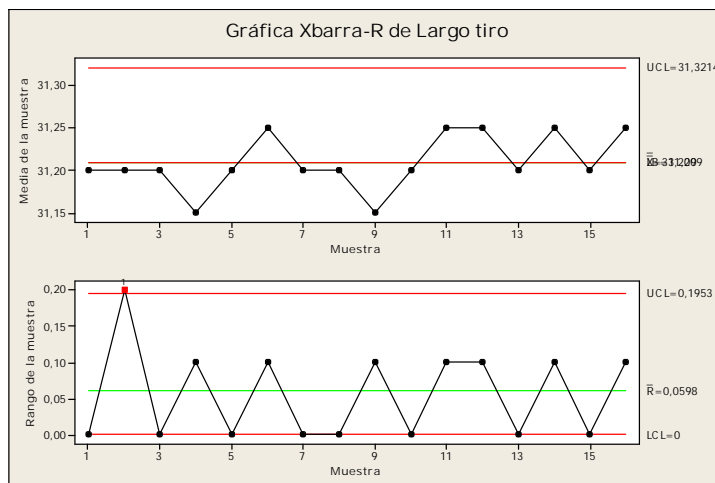
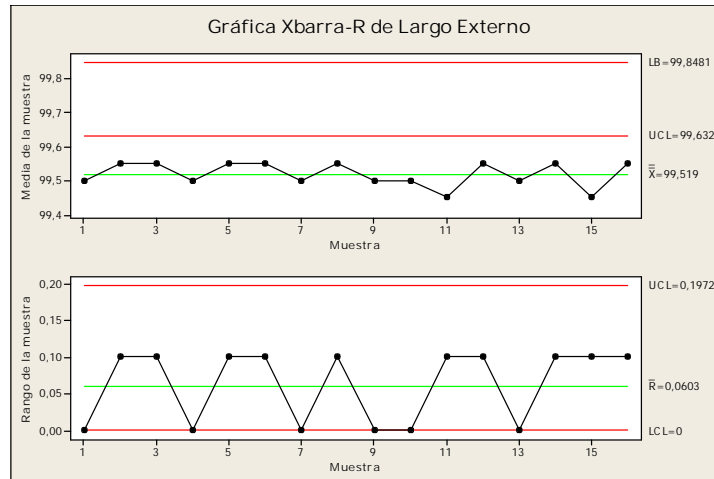


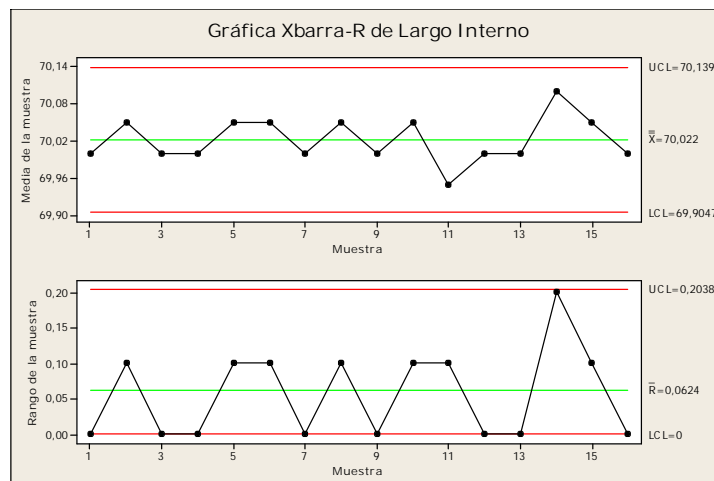
Tabla 38. Gráficas \bar{X} -R Pieza Frente Pantalón

Pieza Espalda

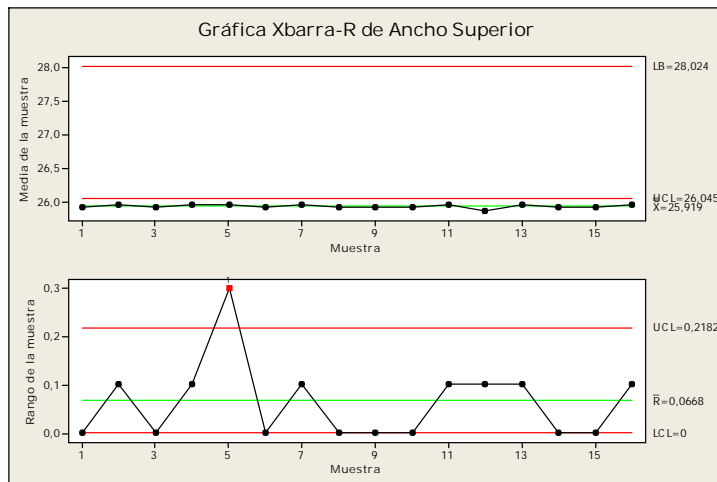
CARTAS DEL PROCESO DE CORTE MEJORADO LARGO EXTERNO



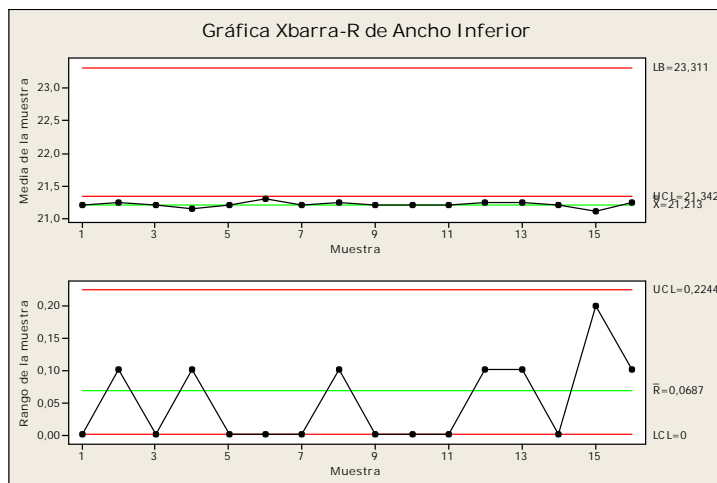
LARGO INTERNO



ANCHO SUPERIOR



ANCHO INFERIOR



LARGO TIRO

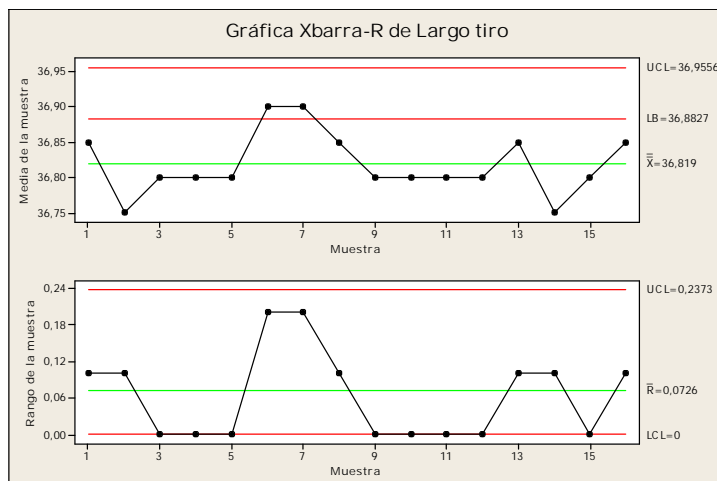


Tabla 39. Gráficas \bar{X} -R Pieza Espalda Pantalón

Las cartas de control calculadas nos demuestran que el proceso se encuentra mas estable, las especificaciones han sido reducidas acercándose así al valor nominal reduciendo la variabilidad, en algunas piezas los valores están fuera de la especificaciones establecidas, pero debemos tomar en cuenta que estas son las especificaciones del estado inicial, para así poder demostrar la mejora de la estabilidad del proceso.

CAPÍTULO 6

ANÁLISIS DE RESULTADOS

6.1 CUADROS COMPARATIVOS ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN

La Capacidad y la Productividad han sido mejoradas notablemente, a continuación se muestran los gráficos para identificar las mejoras.

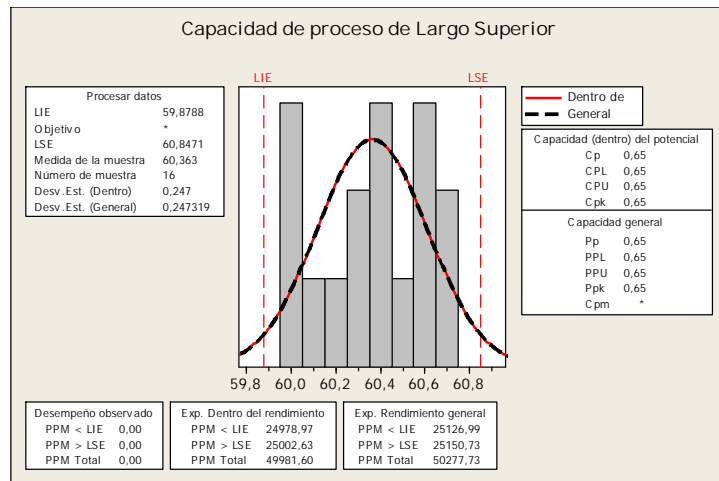
6.1.1 RESULTADOS DE CAPACIDAD

PIEZAS DE CHOMPA

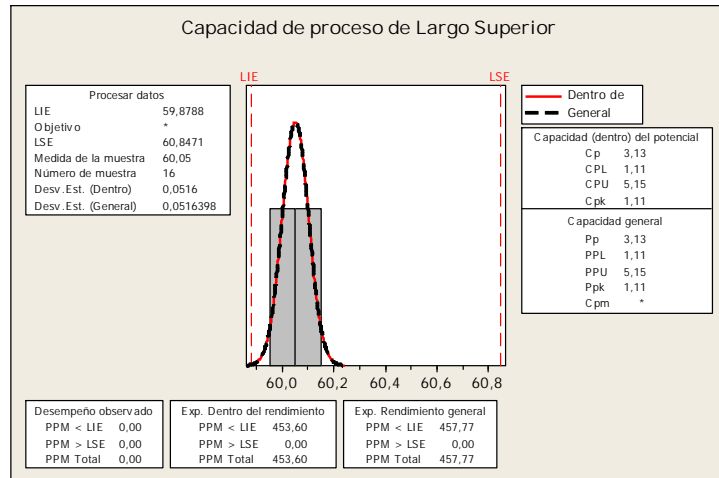
PIEZA CUELLO 1

Largo Superior

ANTES

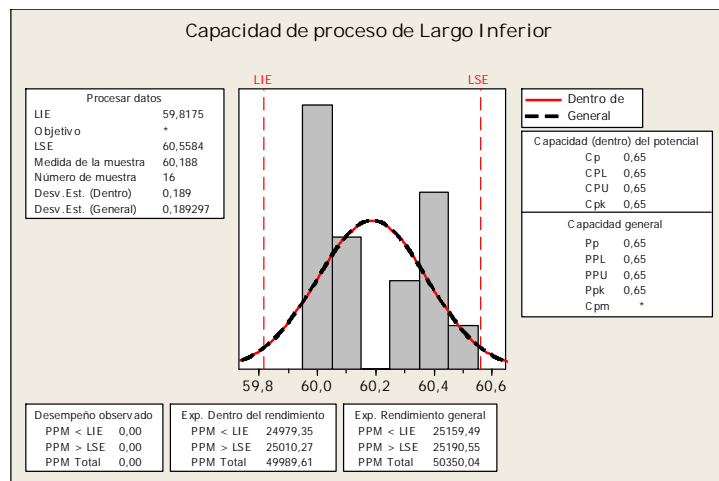


DESPUÉS

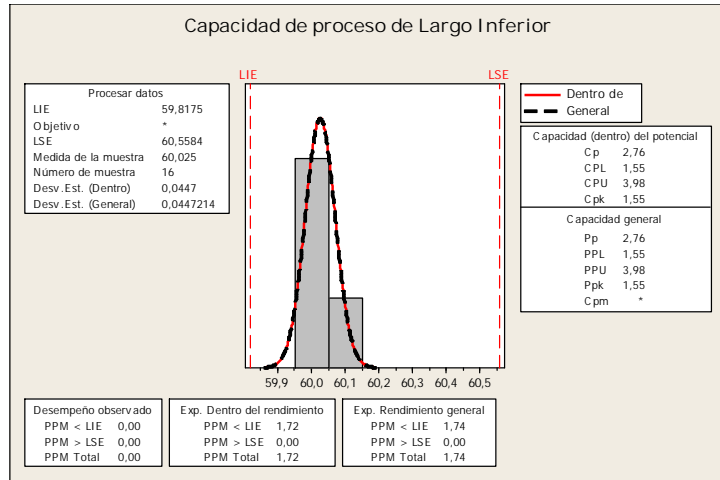


Largo Inferior

ANTES

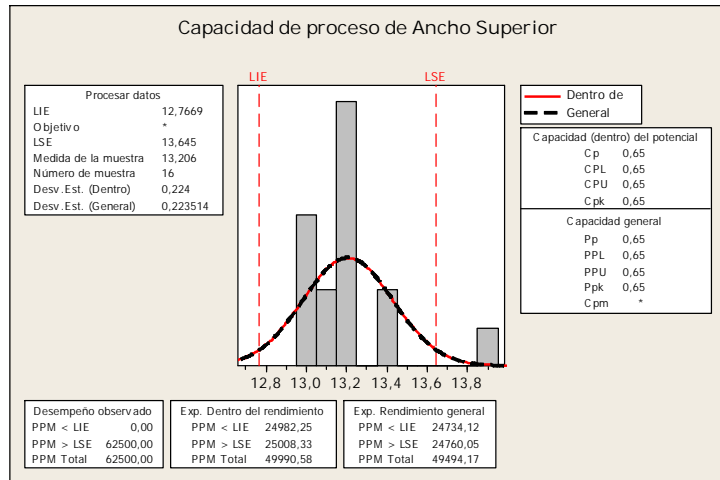


DESPUÉS

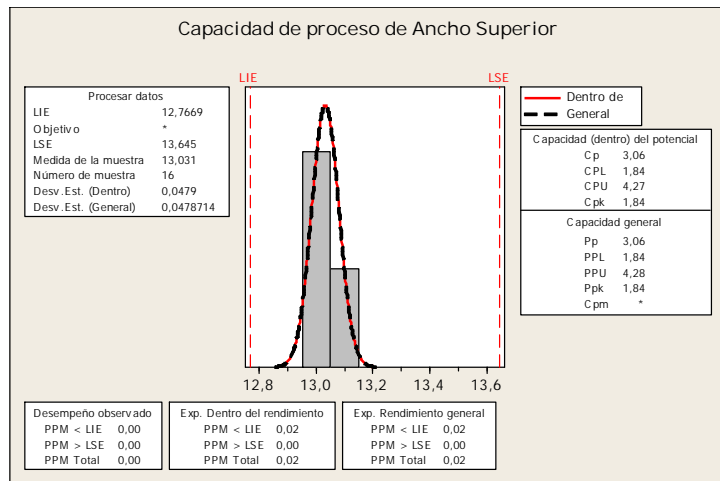


Ancho Superior

ANTES

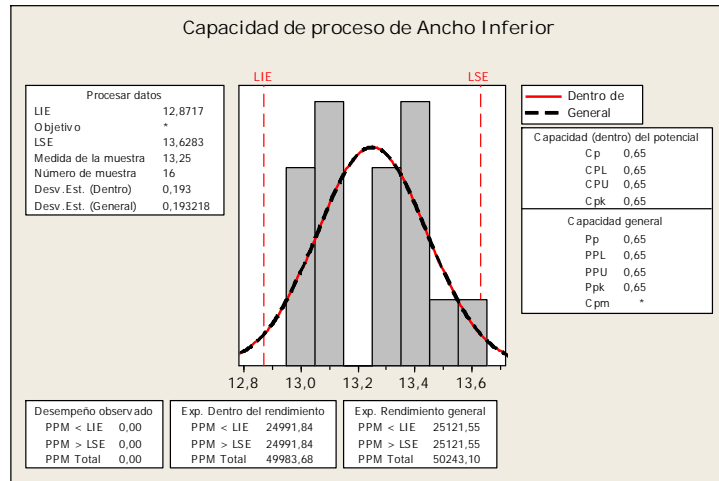


DESPUÉS



Ancho Inferior

ANTES



DESPUÉS

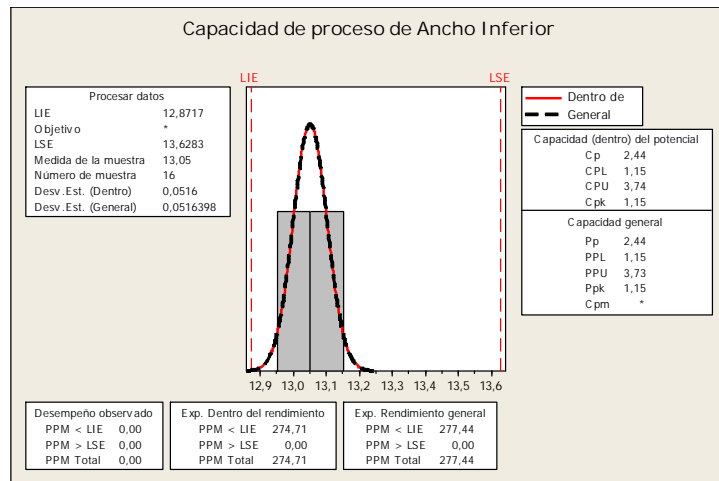
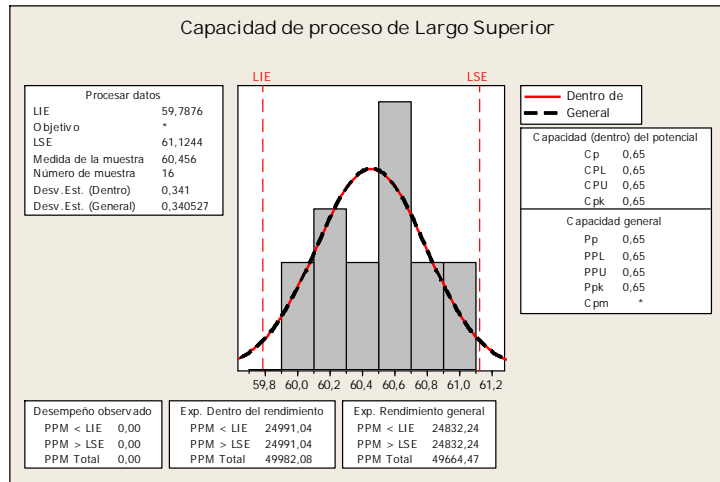


Tabla 40. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Cuello 1

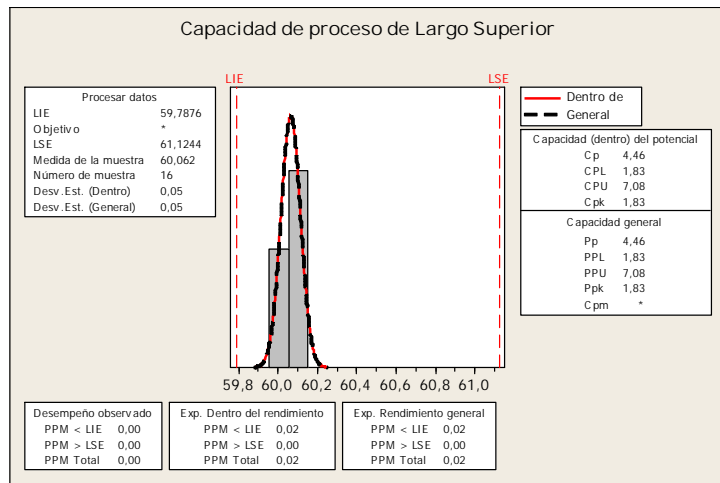
PIEZA CUELLO 2

Largo Superior

ANTES

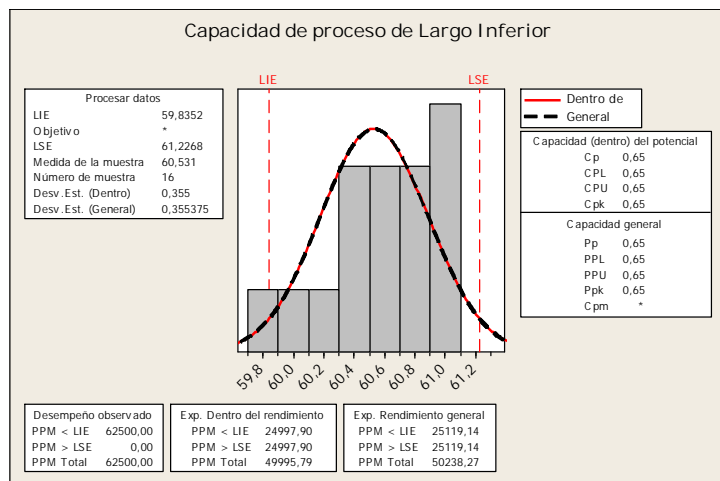


DESPUÉS

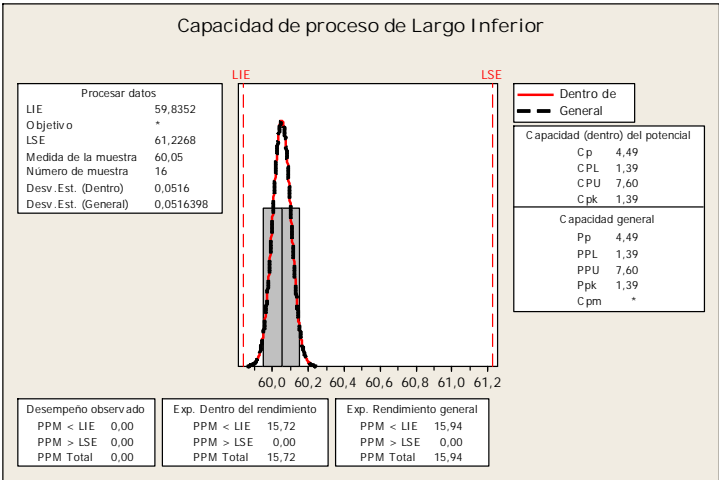


Largo Inferior

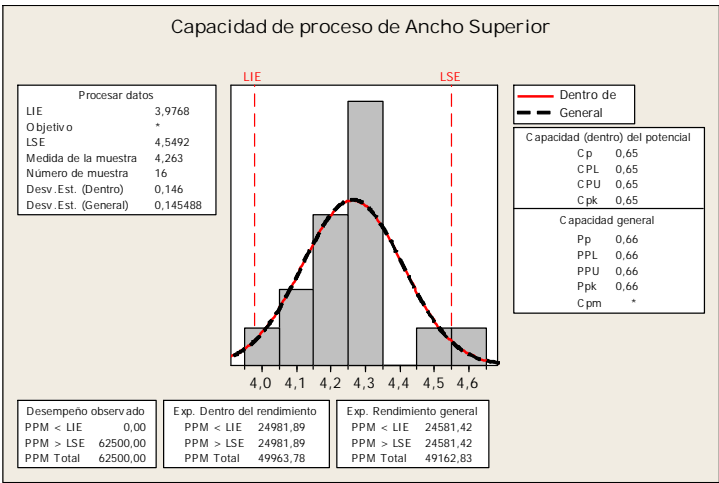
ANTES



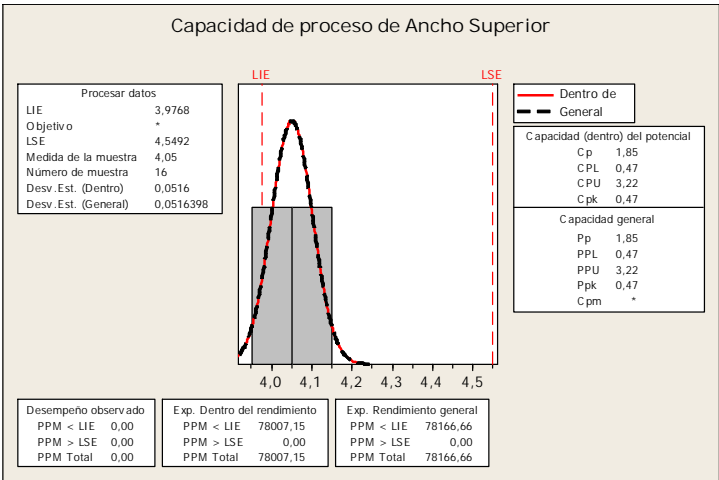
DESPUÉS



Ancho Superior



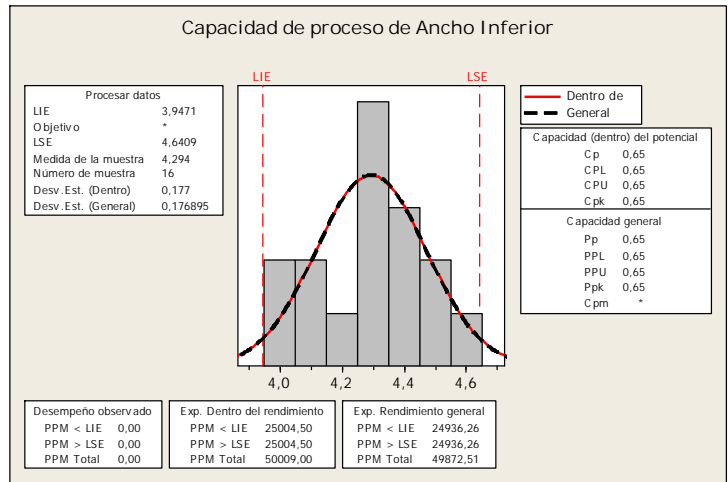
ANTES



DESPUÉS

Ancho Inferior

ANTES



DESPUÉS

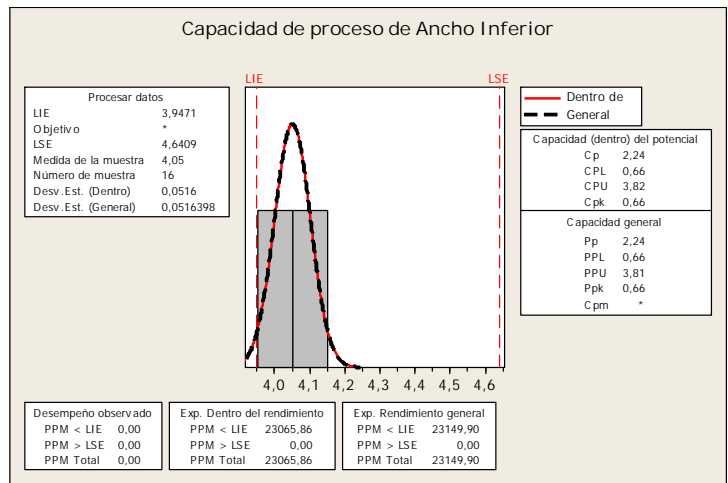
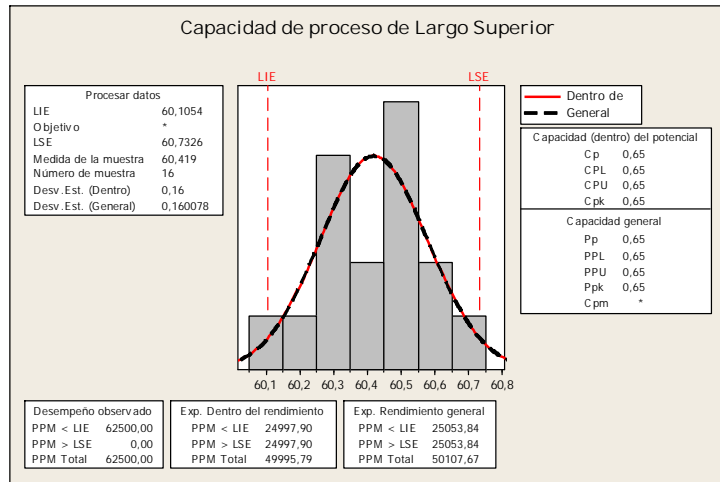


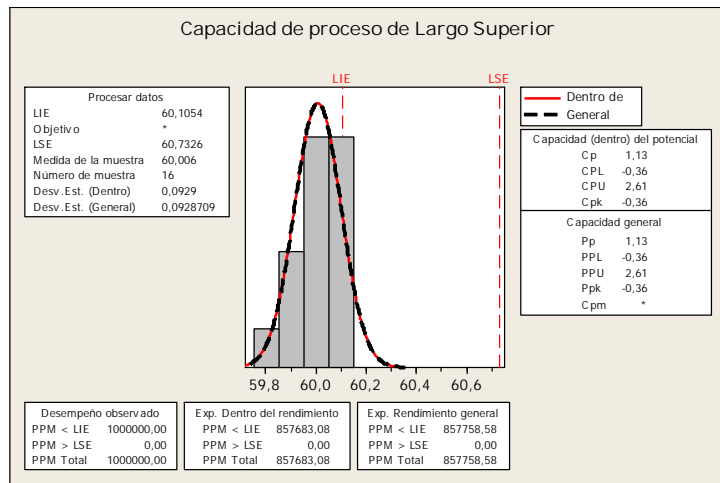
Tabla 41. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Cuello 2

PIEZA CUELLO 3

ANTES

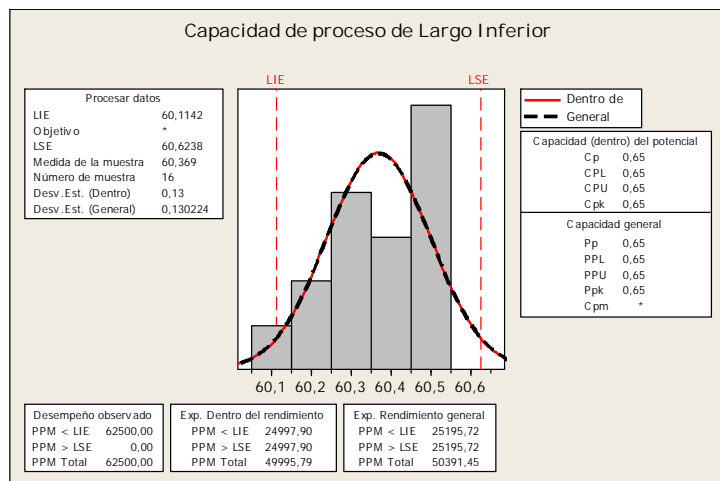


DESPUÉS



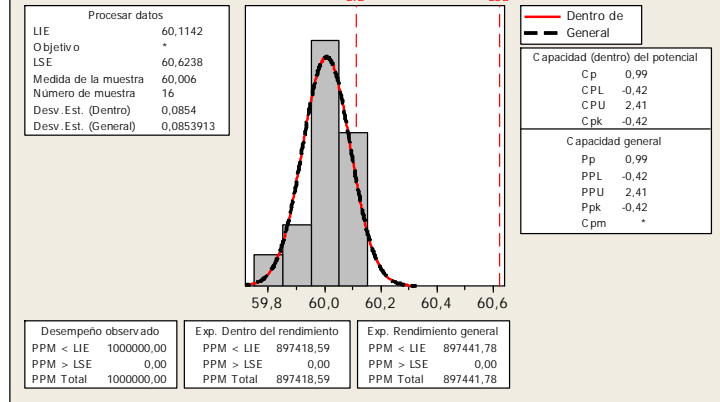
Largo Inferior

ANTES



DESPUÉS

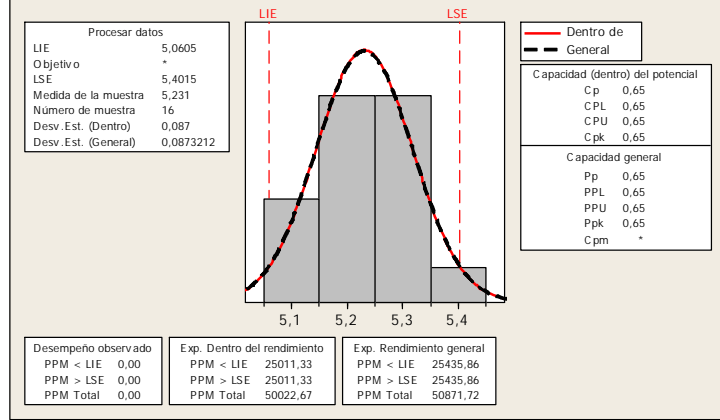
Capacidad de proceso de Largo Inferior



Ancho Superior

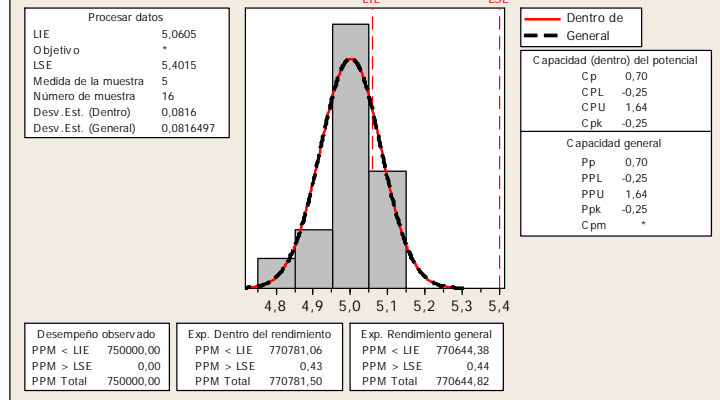
Capacidad de proceso de Ancho Superior

ANTES



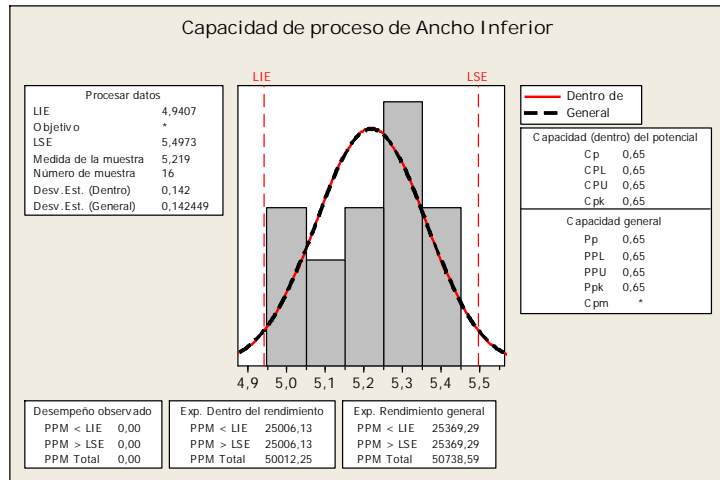
DESPUÉS

Capacidad de proceso de Ancho Superior



Ancho Inferior

ANTES



DESPUÉS

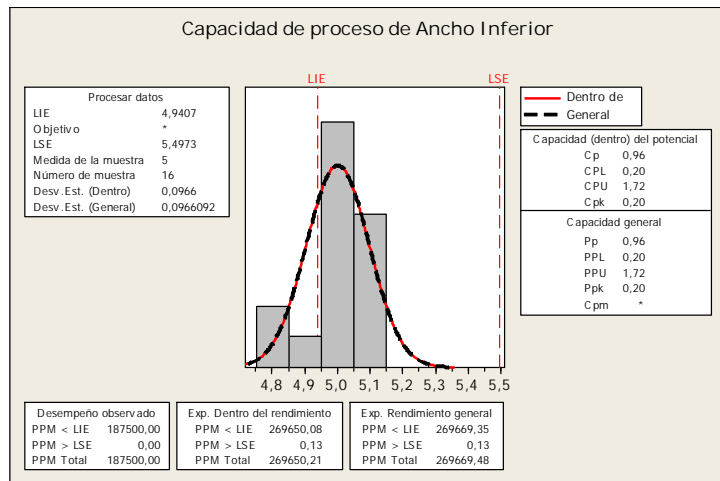
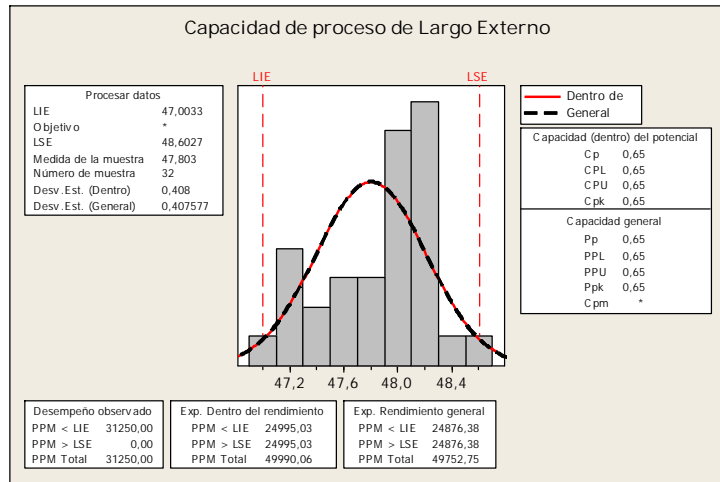


Tabla 42. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Cuello 3

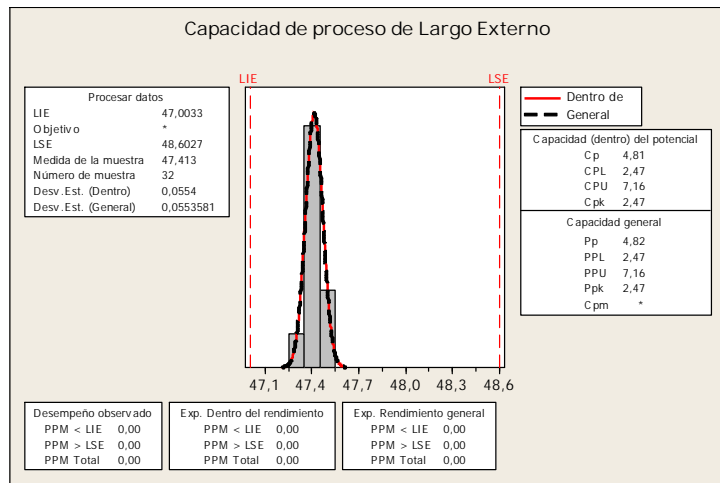
PIEZA LATERAL DELANTERO

Largo Externo

ANTES

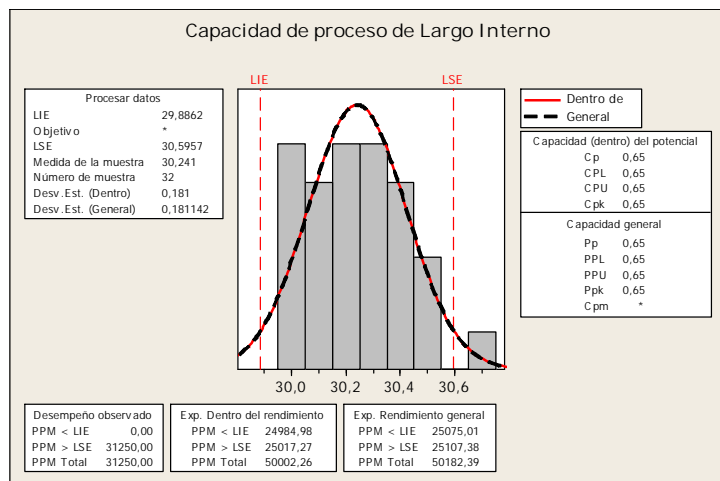


DESPUÉS

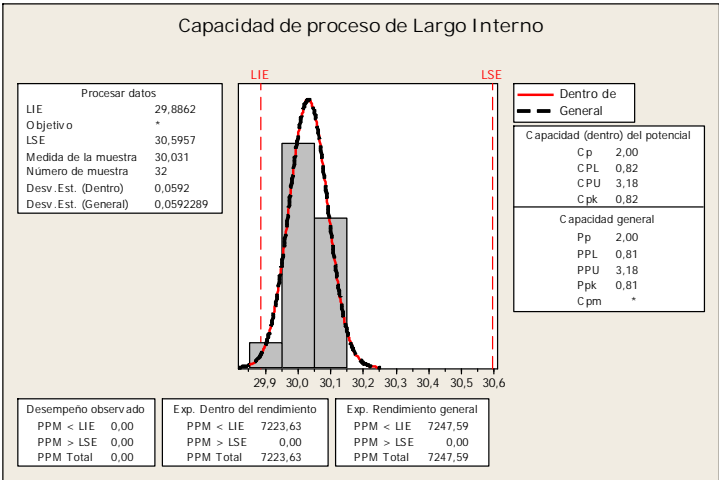


Largo Interno

ANTES

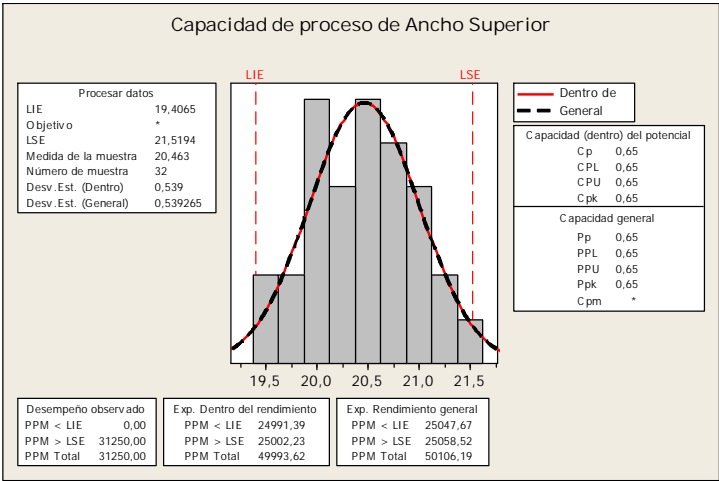


DESPUÉS

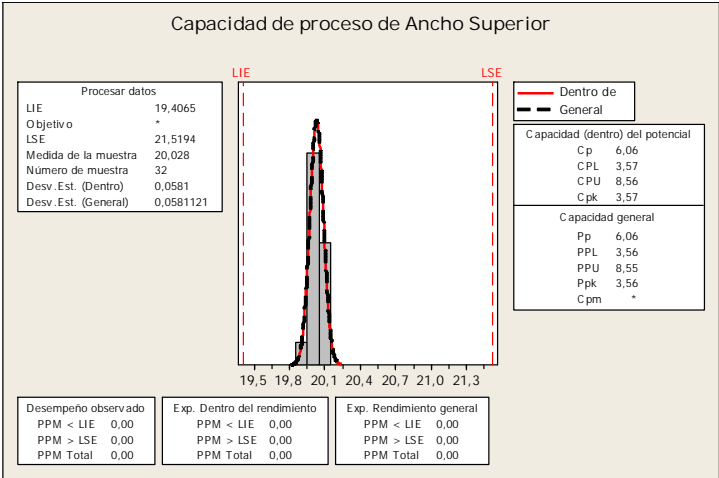


Ancho Superior

ANTES

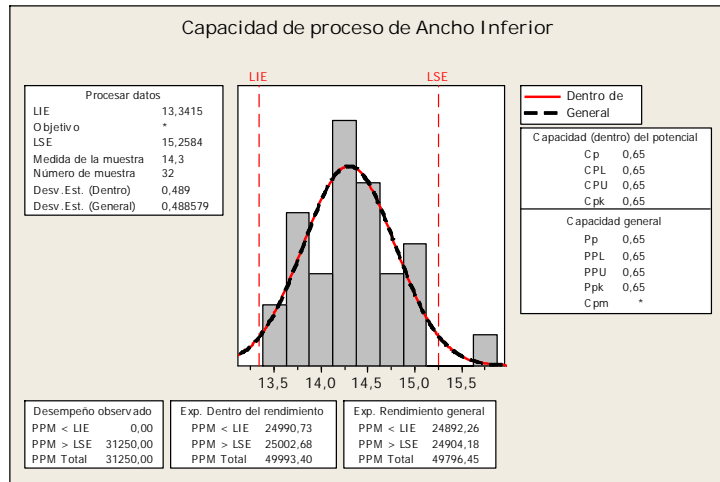


DESPUÉS



Ancho Inferior

ANTES



DESPUÉS

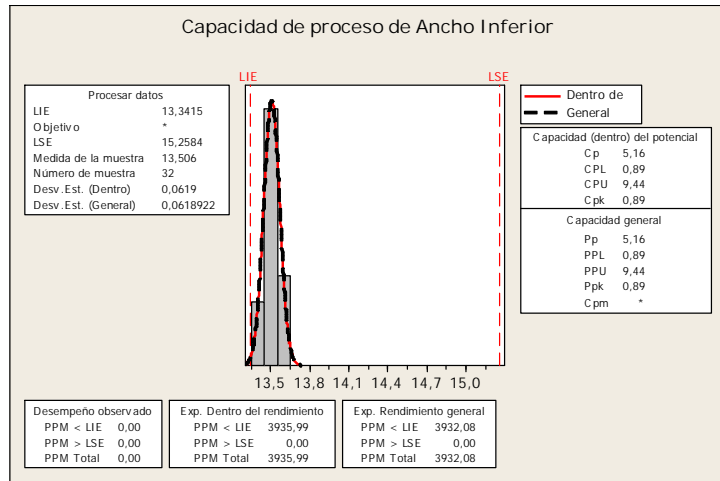
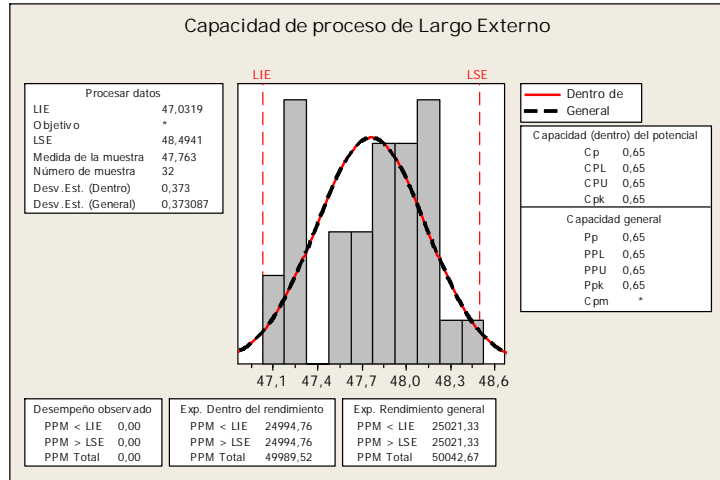


Tabla 43. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Lateral delantera

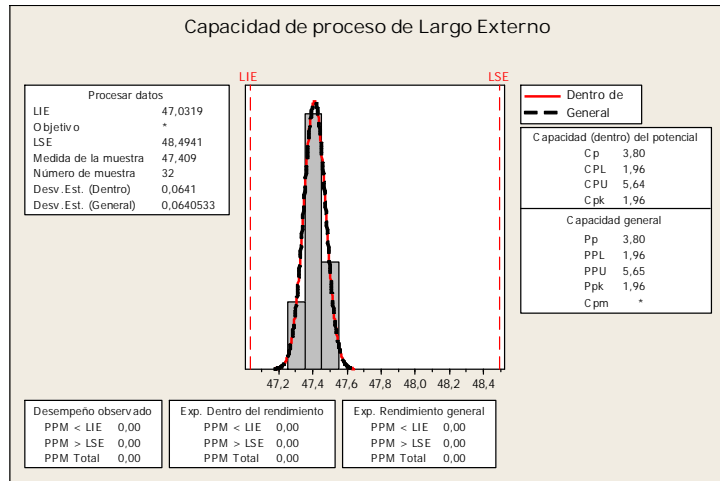
PIEZA LATERAL ESPALDA

Largo Externo

ANTES

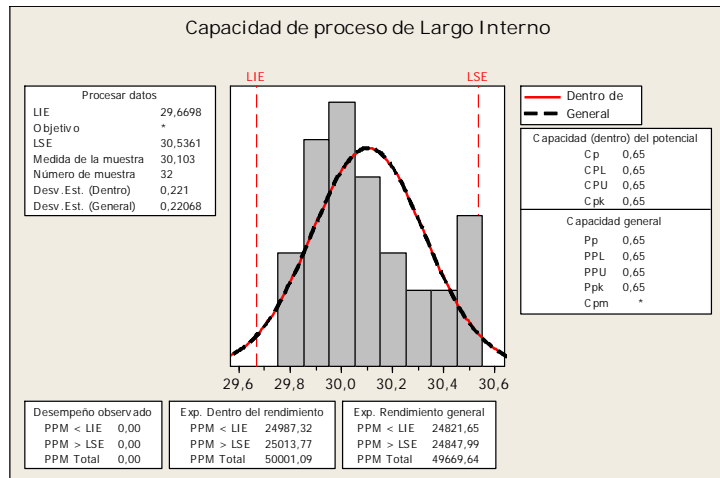


DESPUÉS

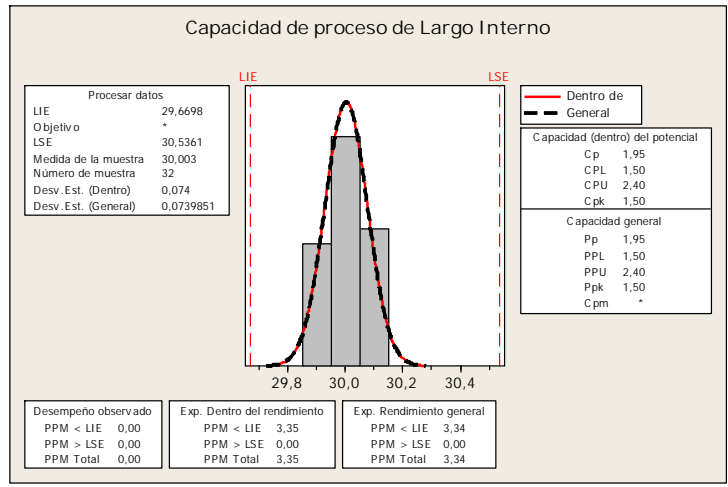


Largo Interno

ANTES

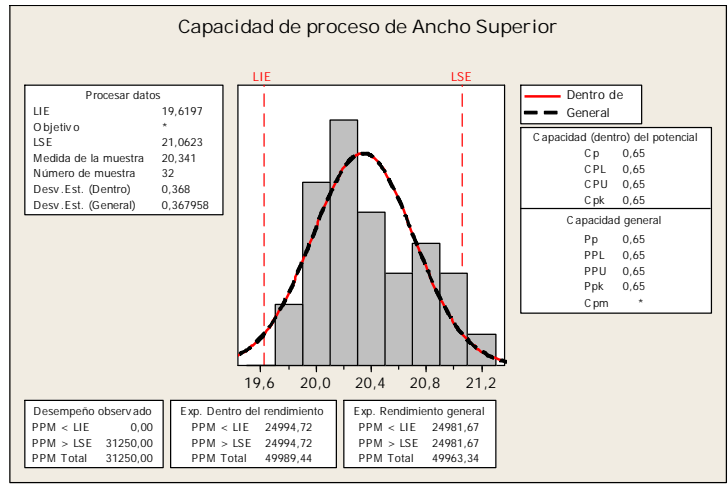


DESPUÉS

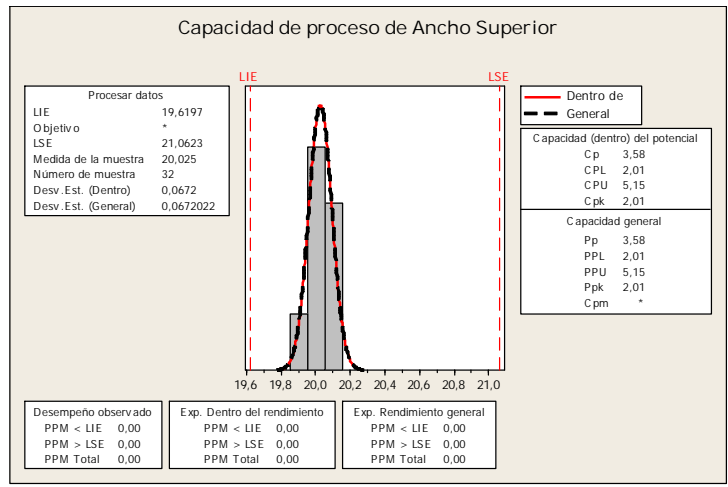


Ancho Superior

ANTES

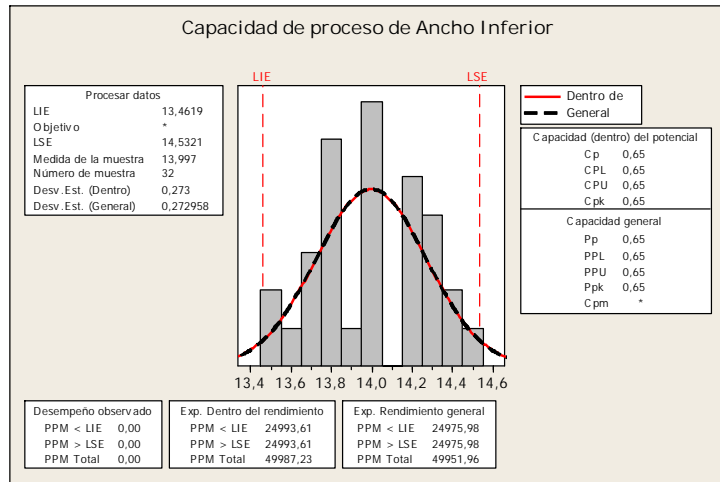


DESPUÉS



Ancho Inferior

ANTES



DESPUÉS

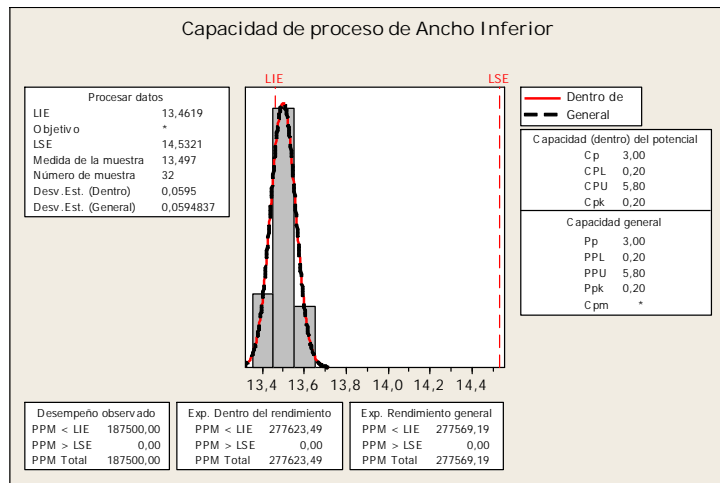
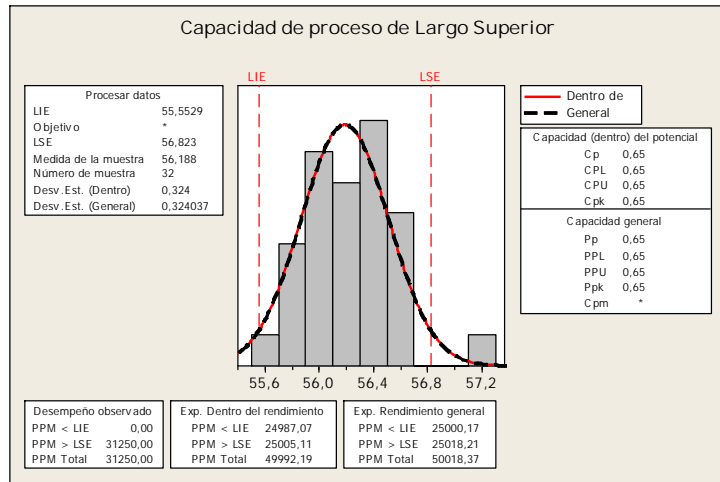


Tabla 44. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Lateral Espalda

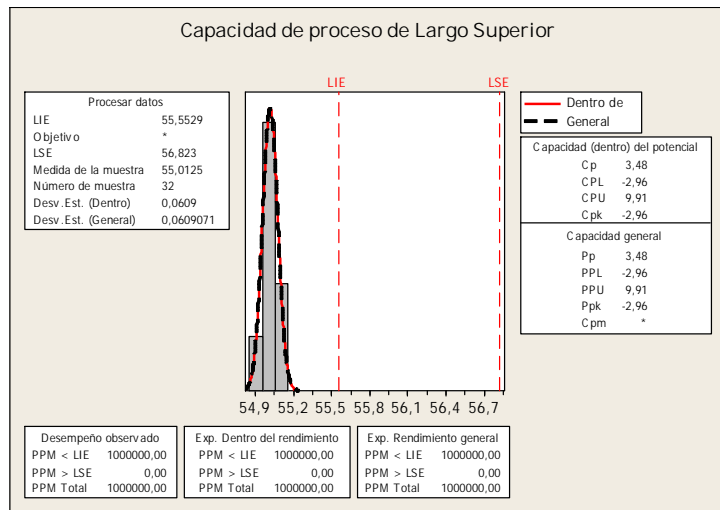
PIEZA MANGAS

Largo Superior

ANTES

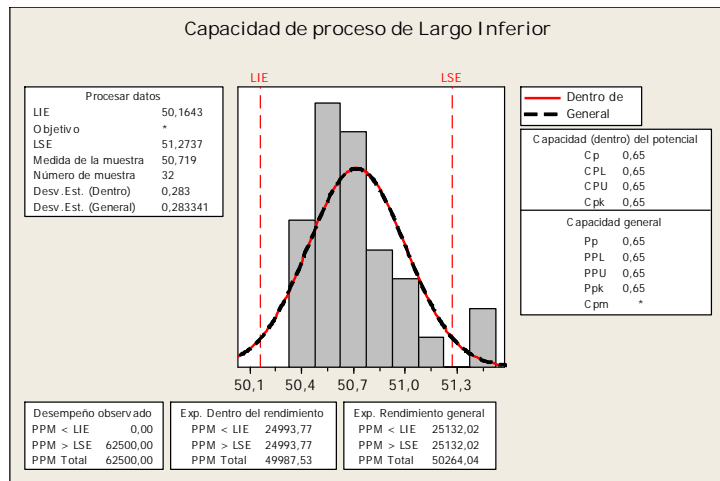


DESPUÉS

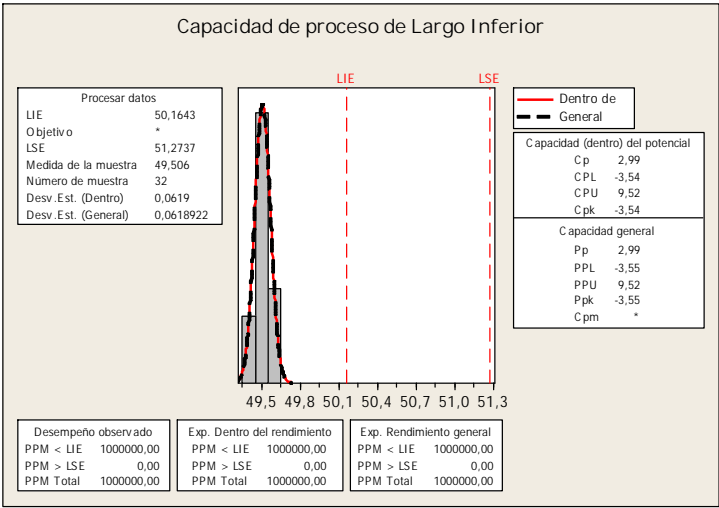


Largo Inferior

ANTES

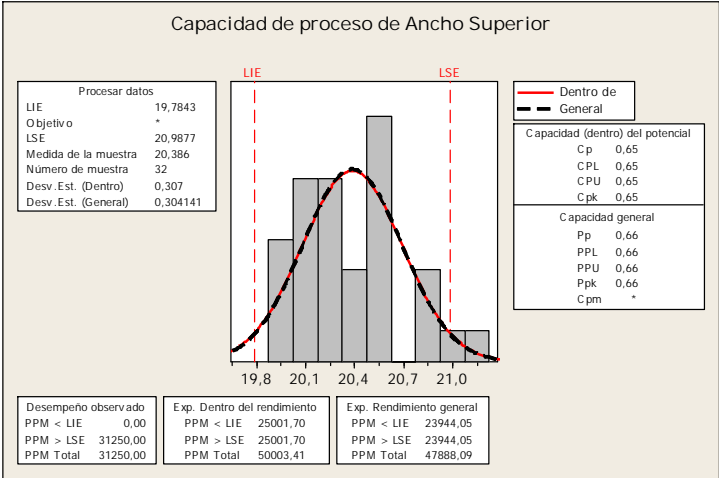


DESPUÉS

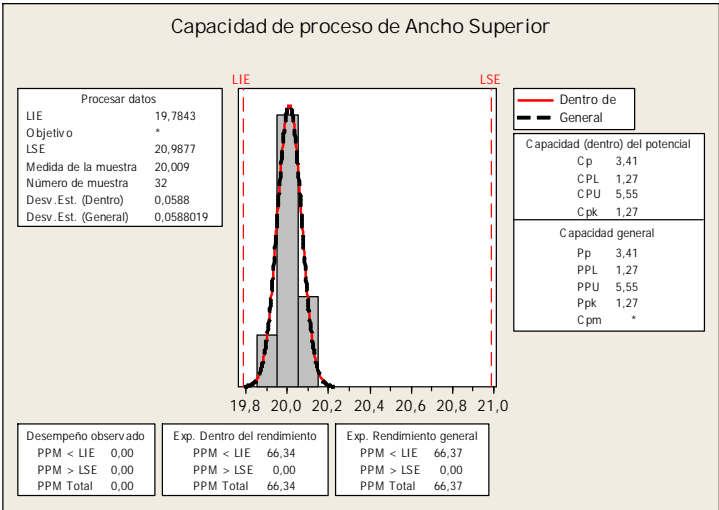


Ancho Superior

ANTES

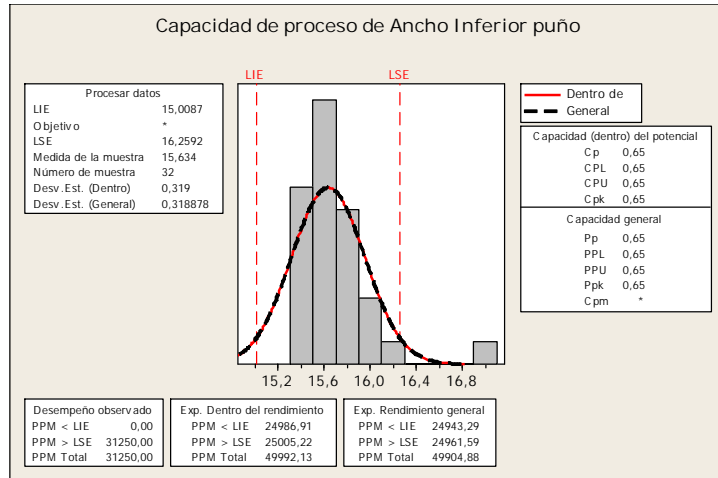


DESPUÉS

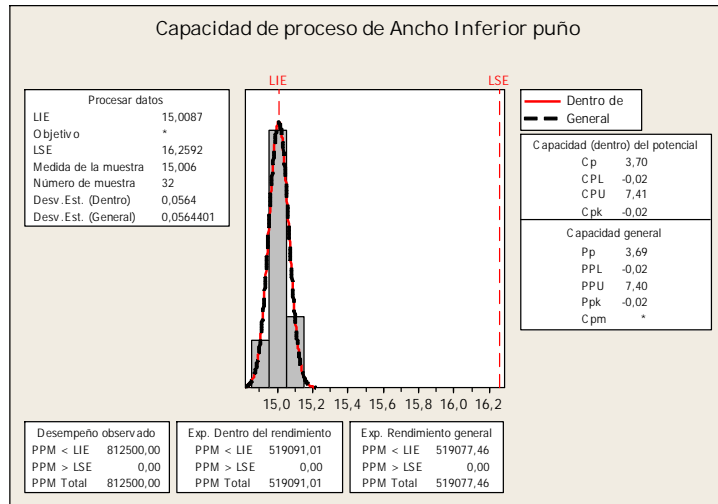


Ancho Inferior puño

ANTES

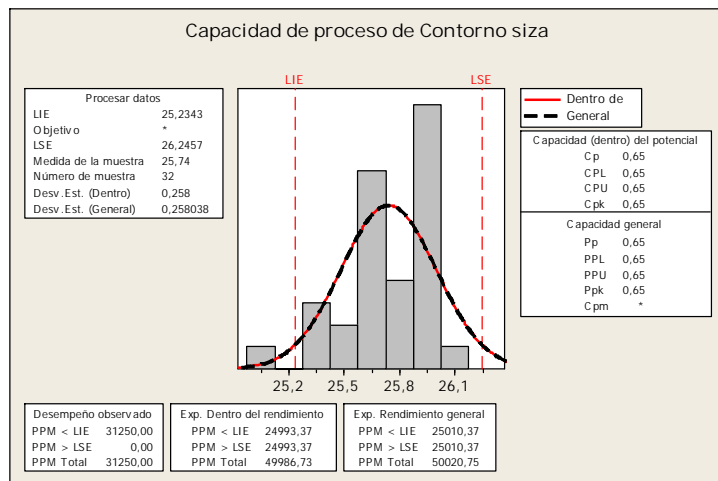


DESPUÉS



Contorno Siza

ANTES



DESPUÉS

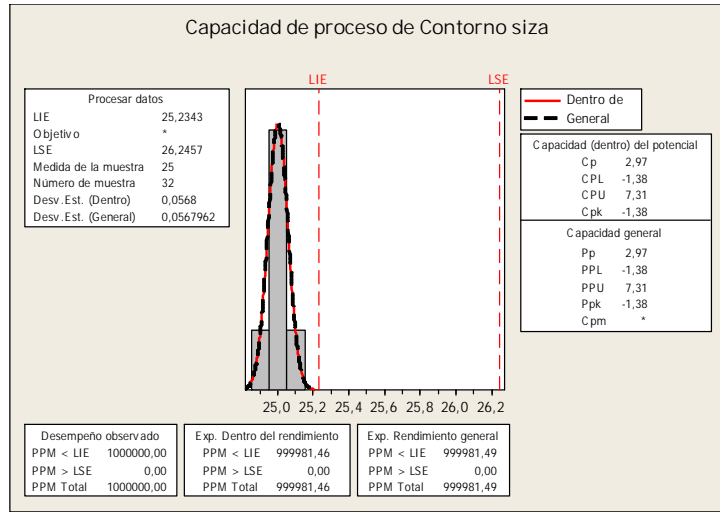
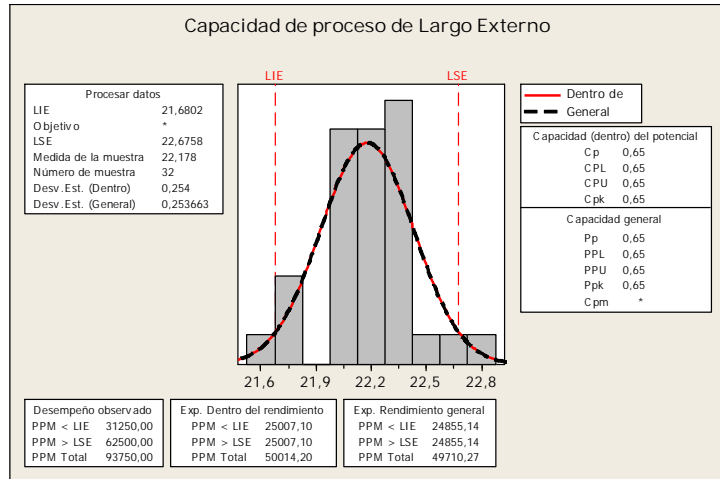


Tabla 45. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Mangas

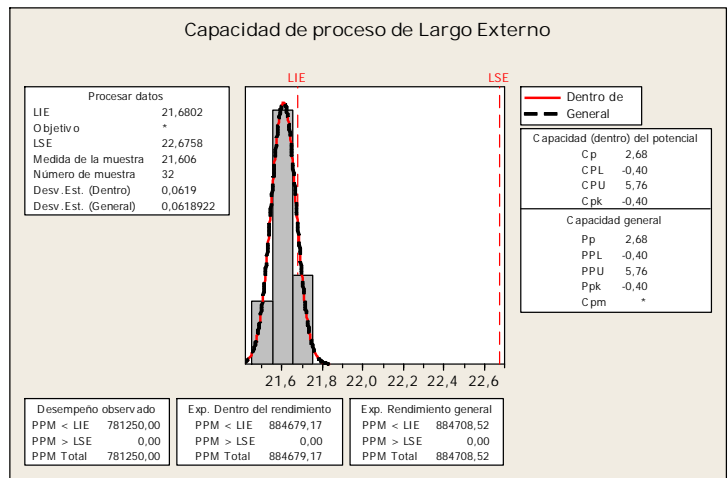
PIEZA BOLSILLOS

Largo Externo

ANTES

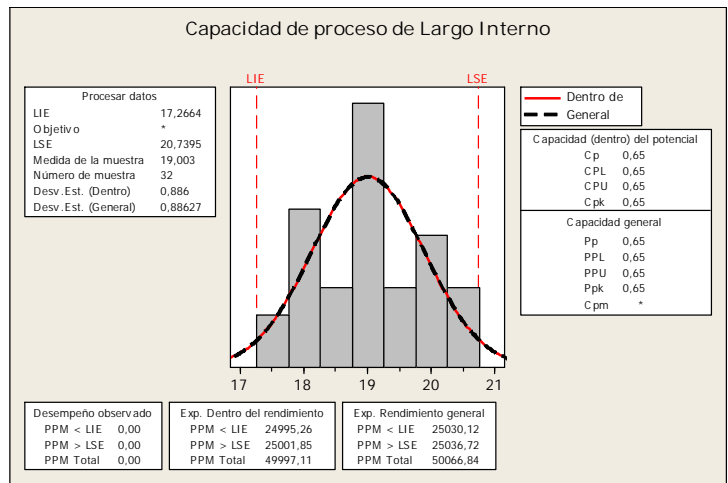


DESPUÉS

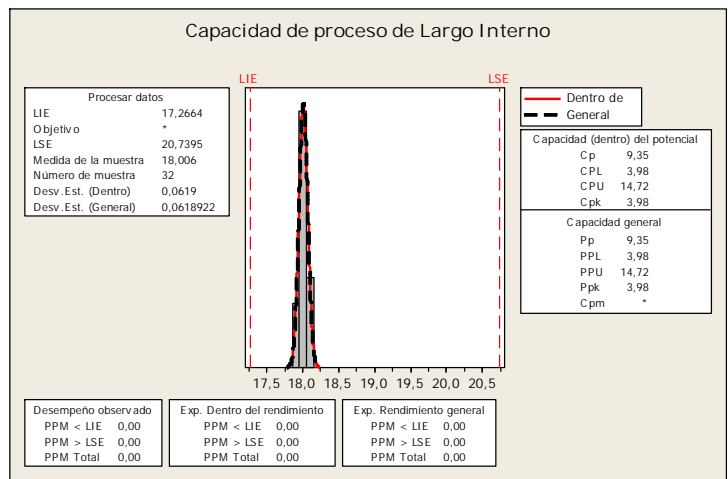


Largo Interno

ANTES

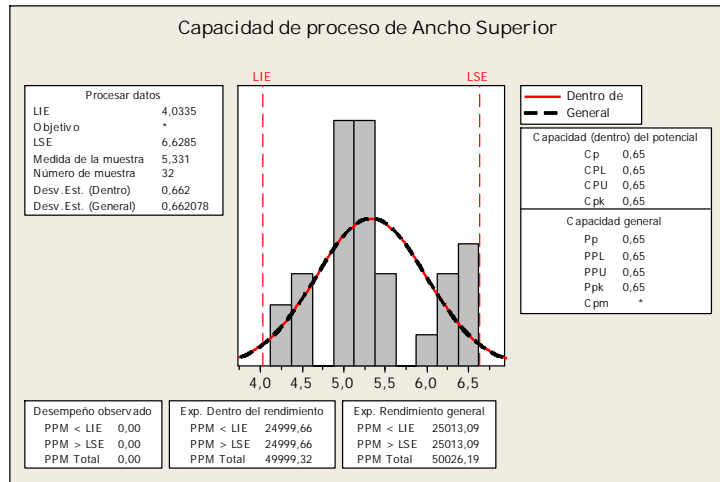


DESPUÉS

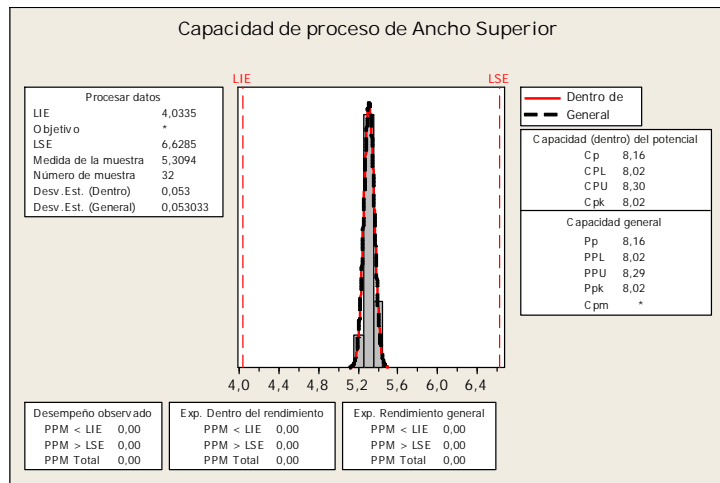


Ancho Superior

ANTES

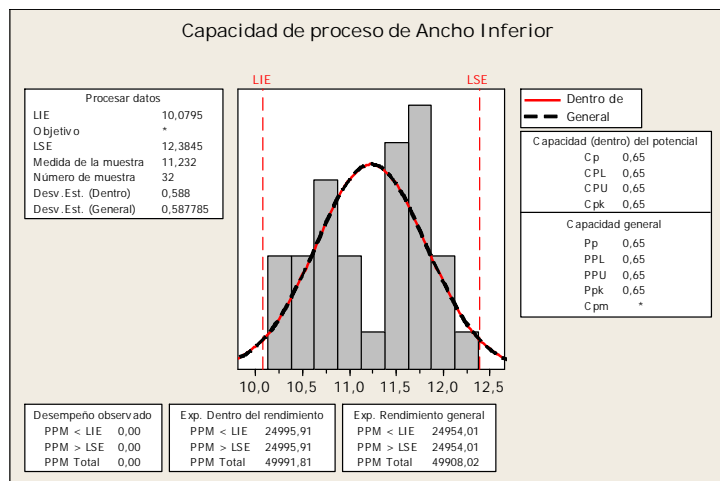


DESPUÉS



Ancho Inferior

ANTES



DESPUÉS

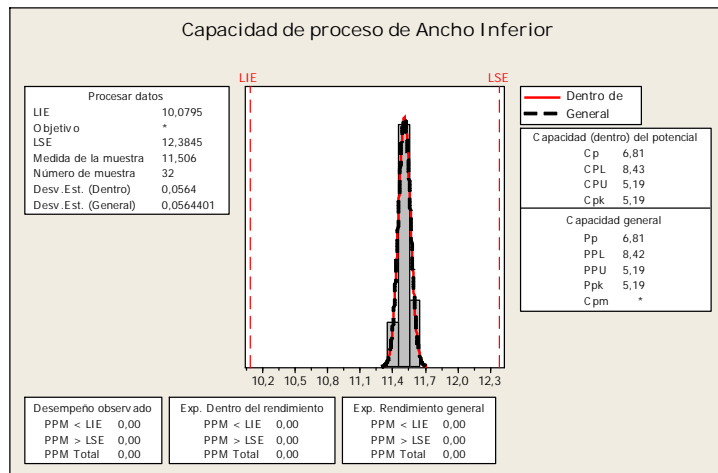
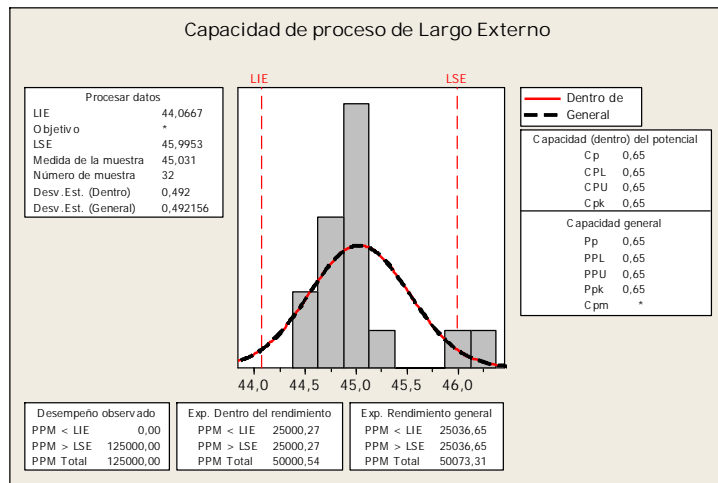


Tabla 46. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Bolsillos

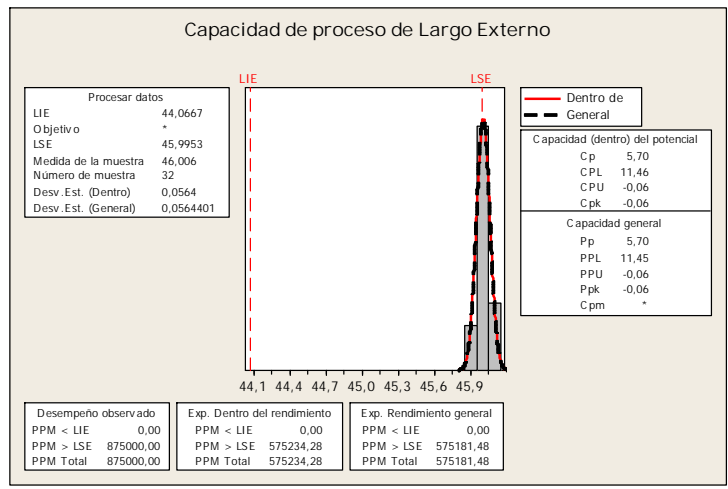
PIEZA DELANTEROS

Largo Externo

ANTES

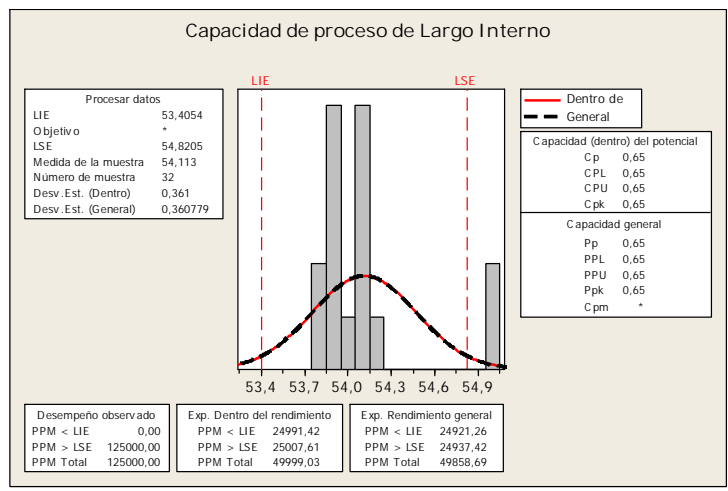


DESPUÉS

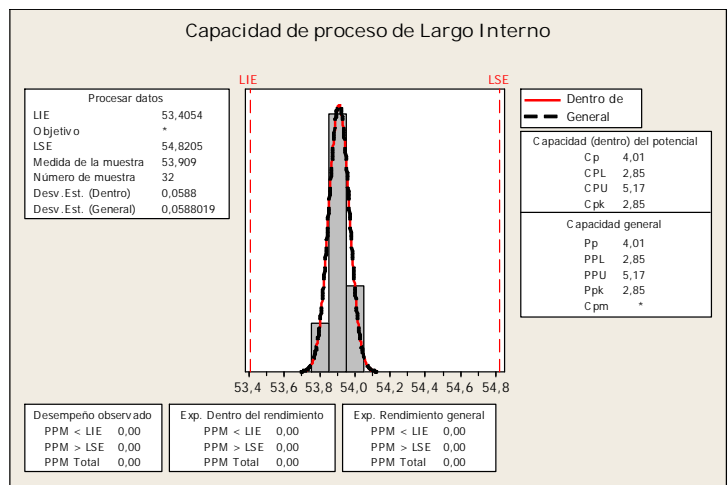


Largo Interno

ANTES

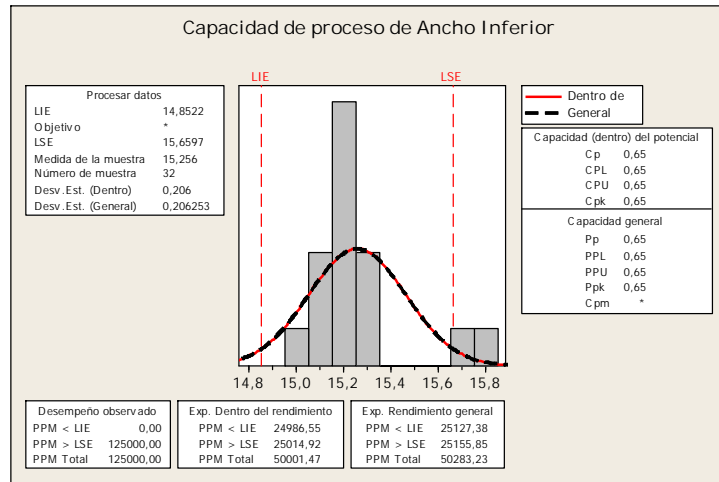


DESPUÉS

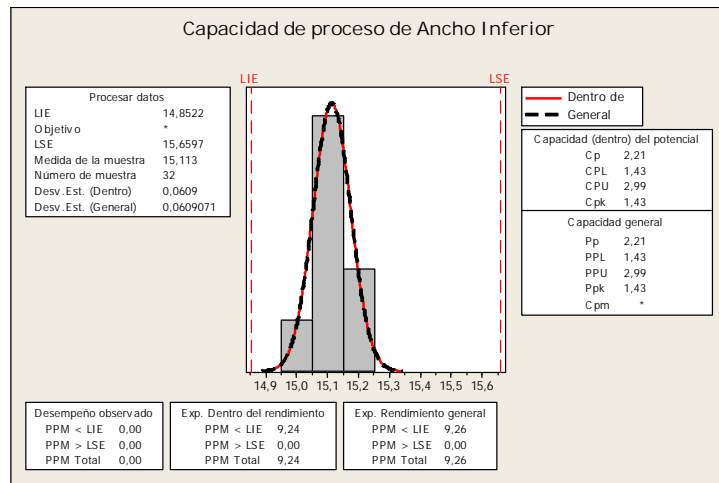


Ancho Inferior

ANTES

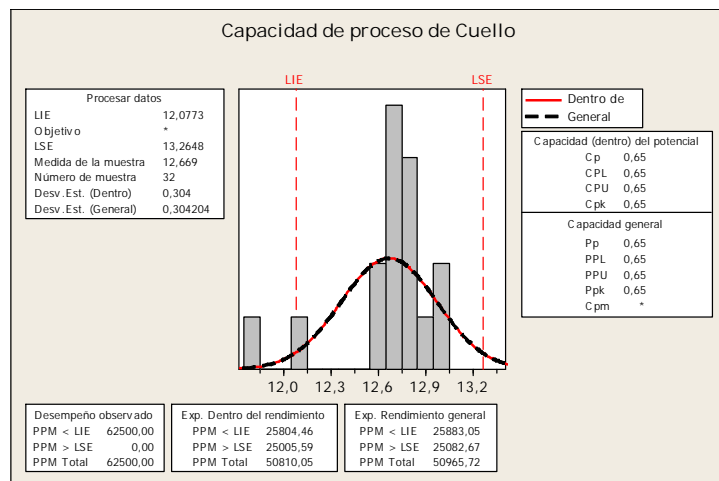


DESPUÉS

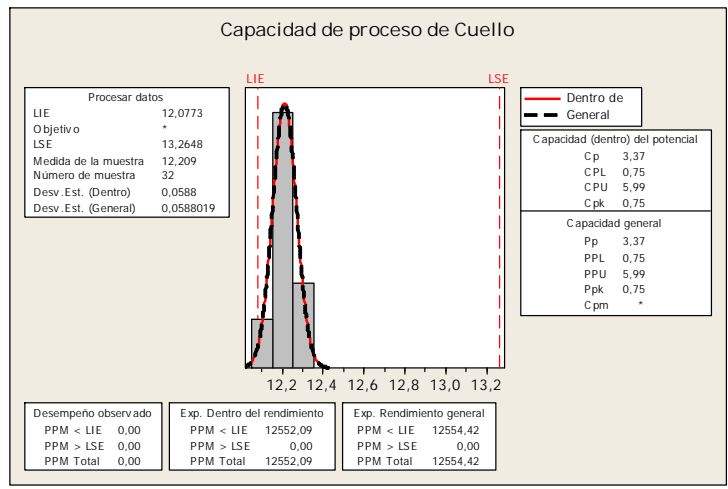


Cuello

ANTES

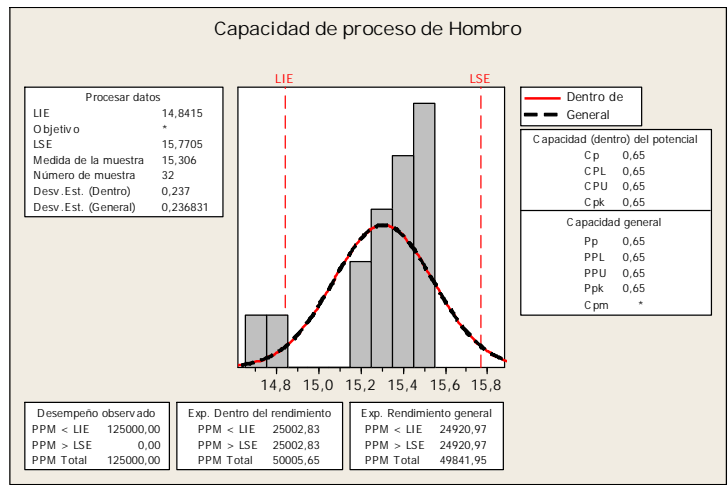


DESPUÉS

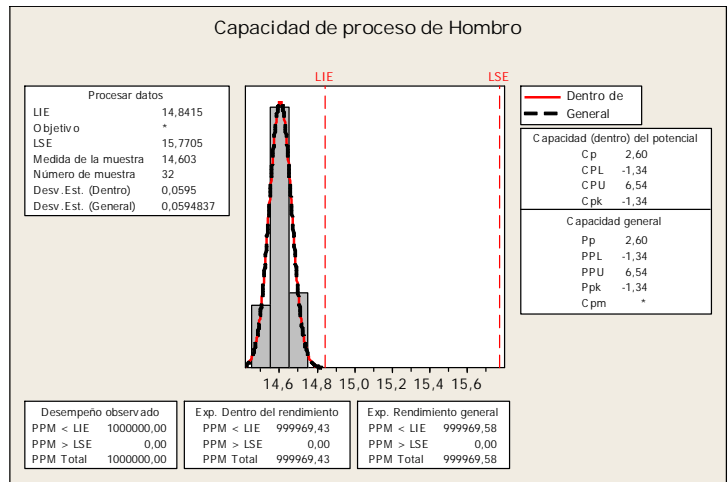


Hombro

ANTES

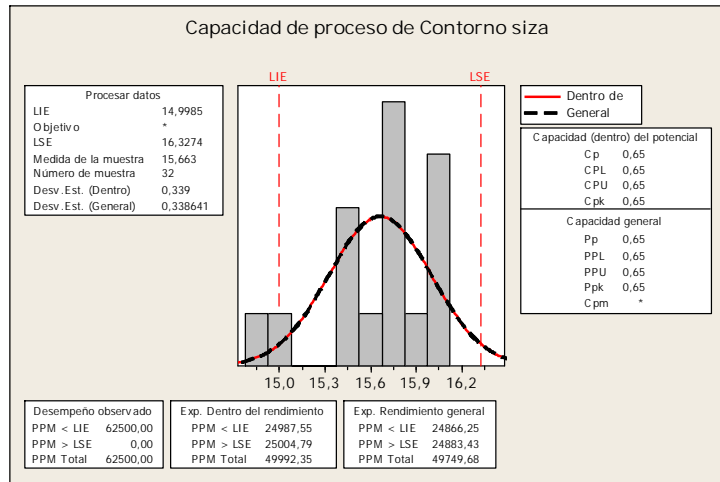


DESPUÉS



Contorno Siza

ANTES



DESPUÉS

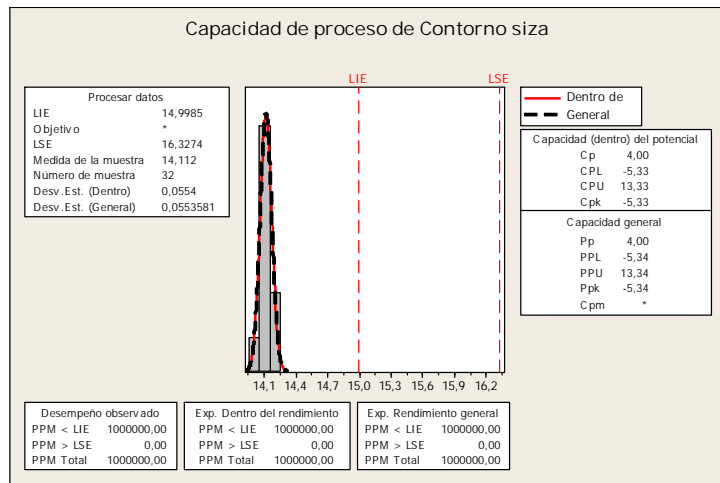
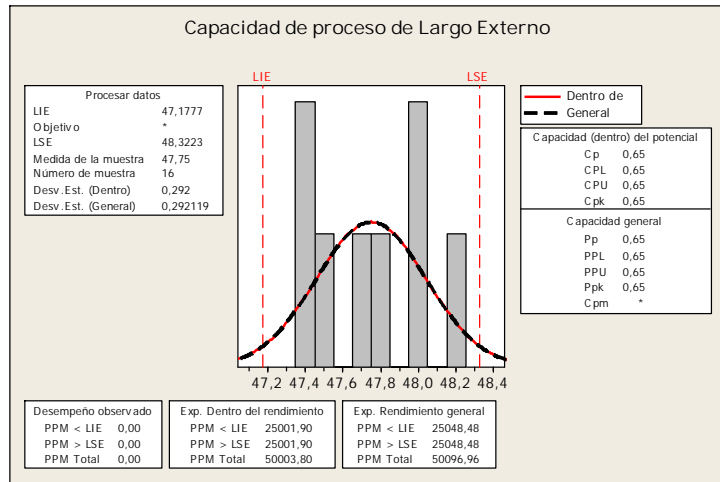


Tabla 47. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Delanteros

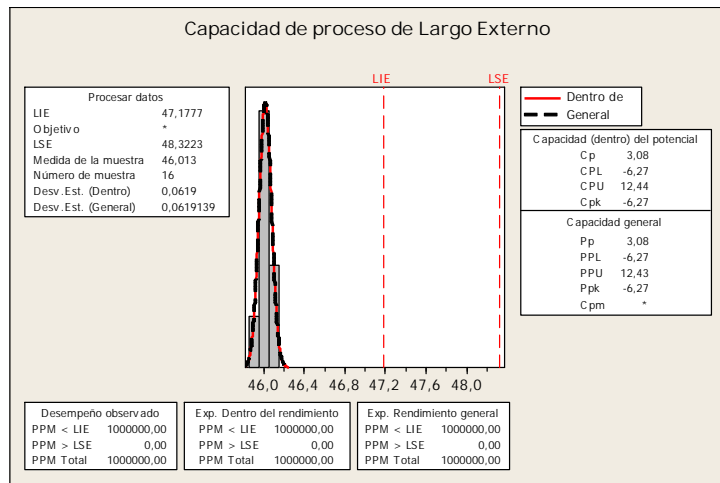
PIEZA ESPALDA

Largo Externo

ANTES

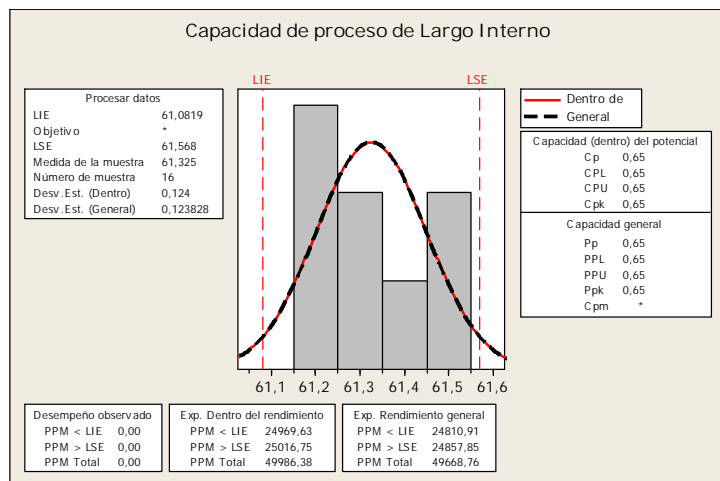


DESPUÉS

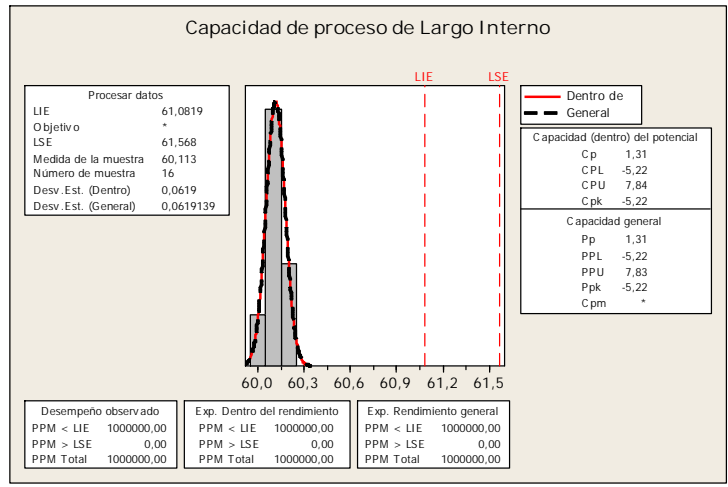


Largo Interno

ANTES

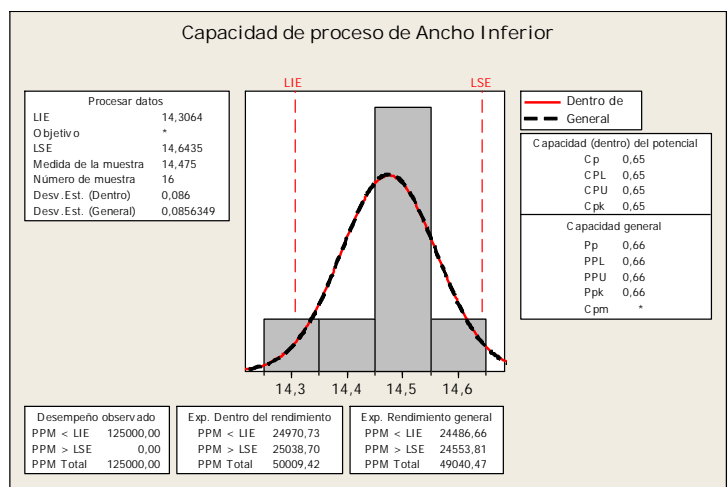


DESPUÉS

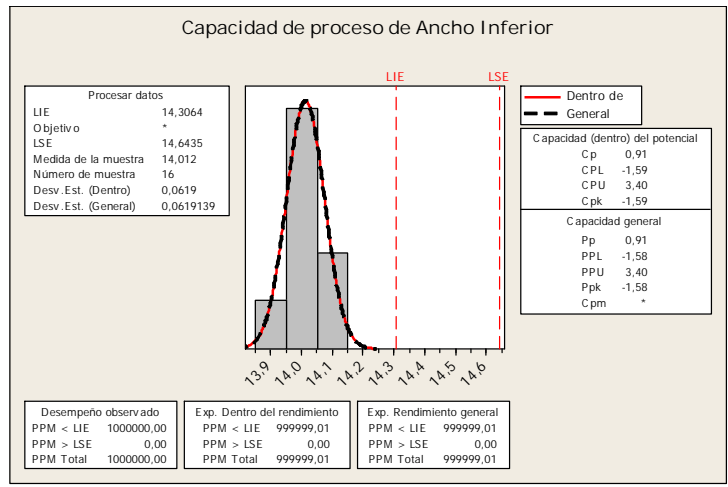


Ancho Inferior

ANTES

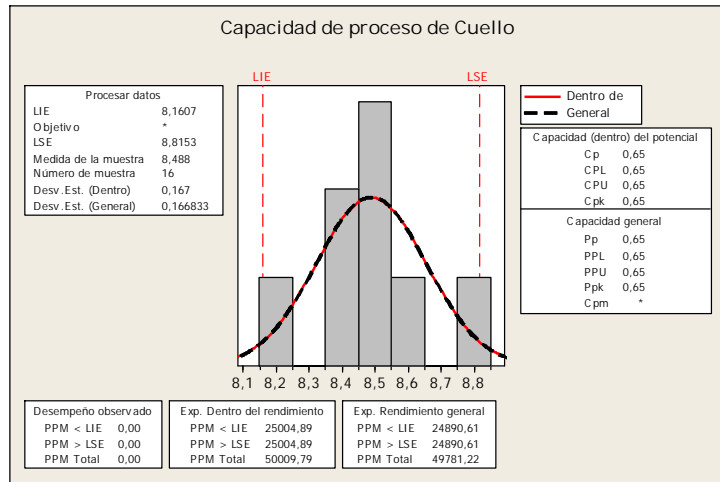


DESPUÉS

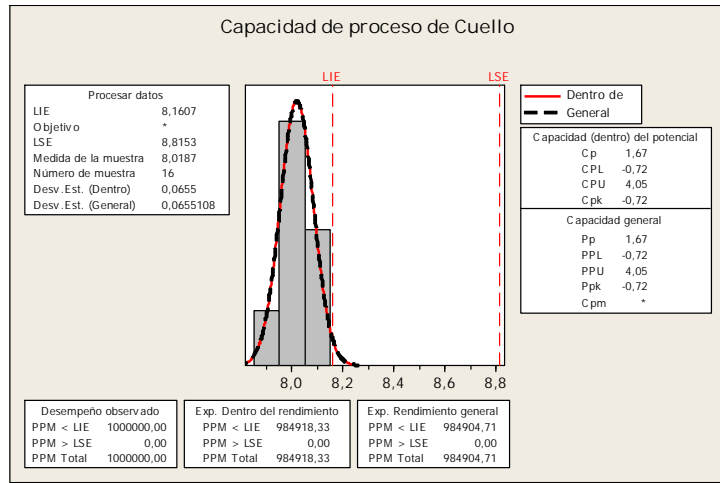


Cuello

ANTES

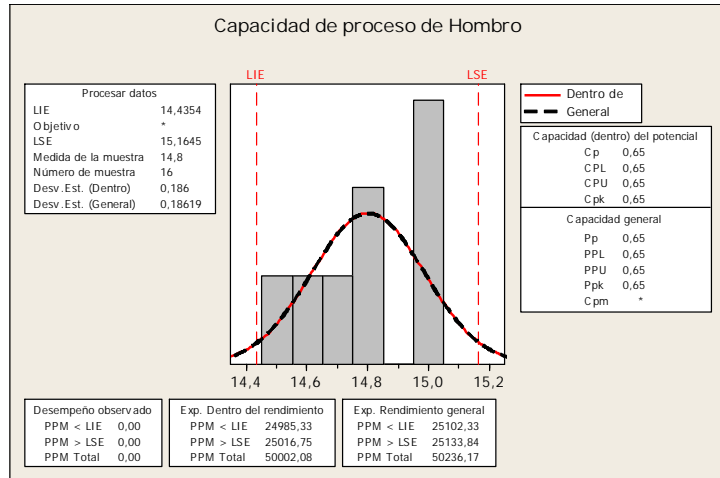


DESPUÉS

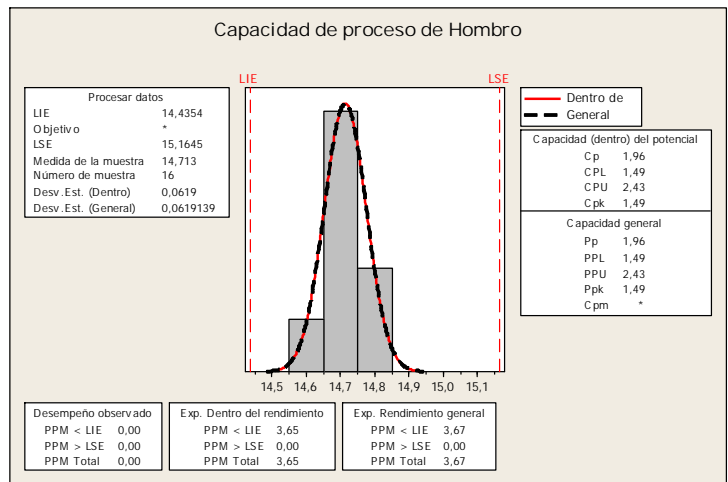


Hombro

ANTES

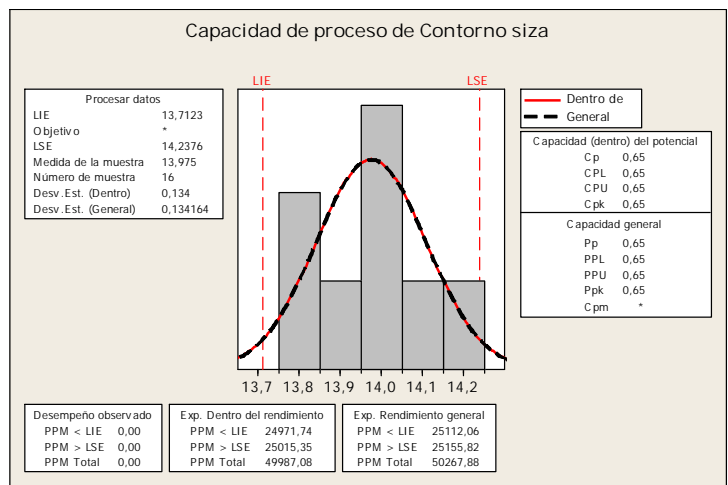


DESPUÉS



Contorno Siza

ANTES



DESPUÉS

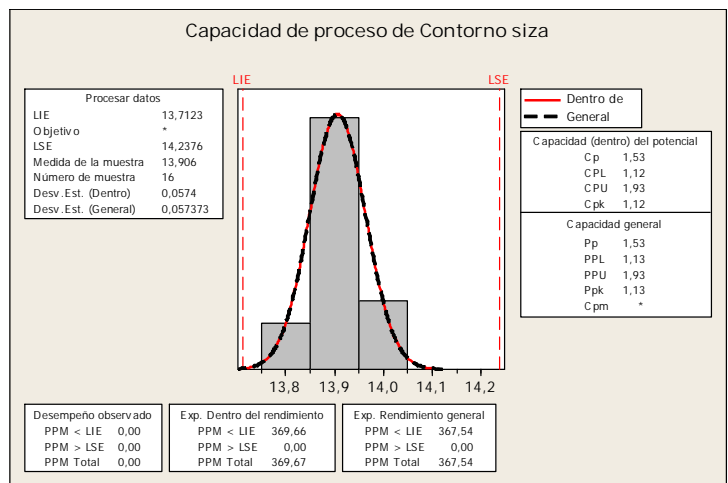


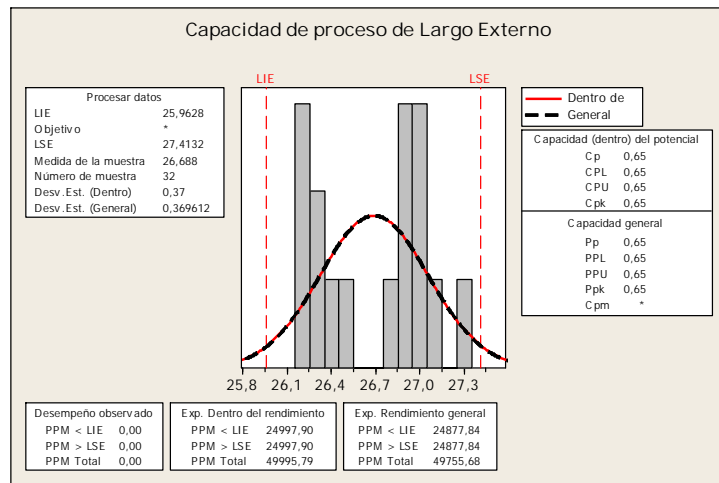
Tabla 48. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Espalda

PIEZAS PANTALÓN

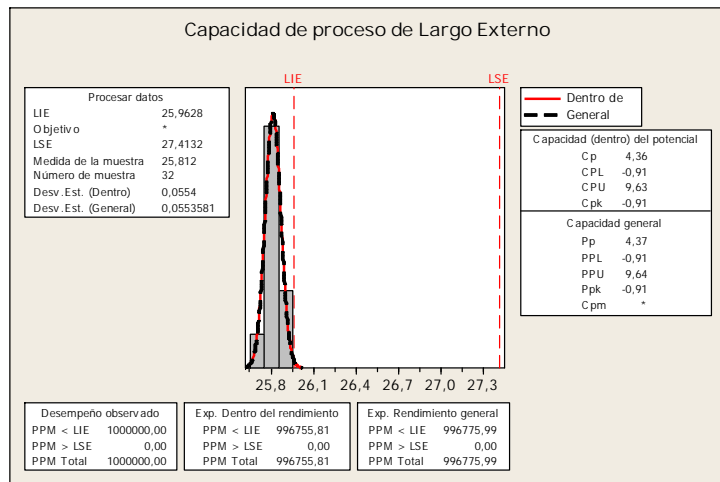
PIEZA BOLSILLOS FRENTE

Largo Externo

ANTES

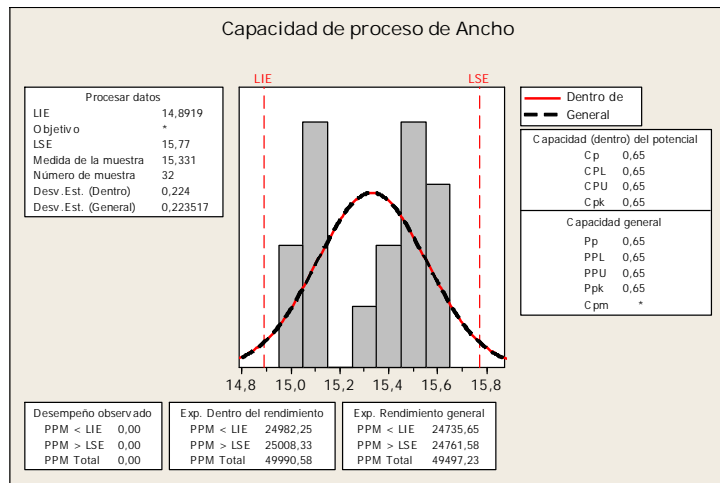


DESPUÉS

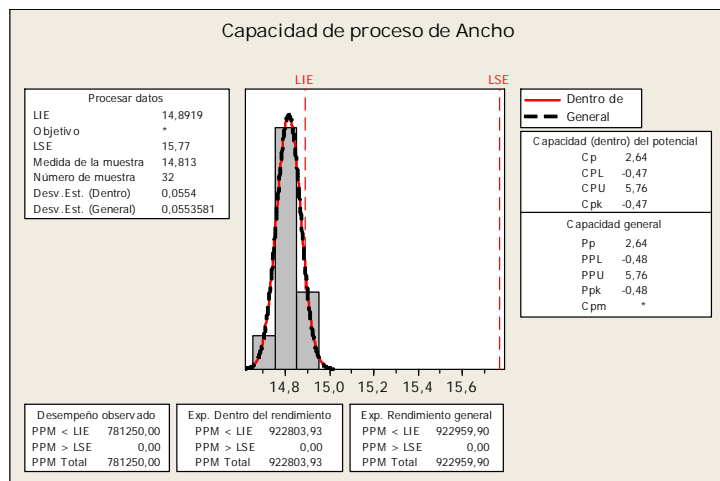


Ancho

ANTES

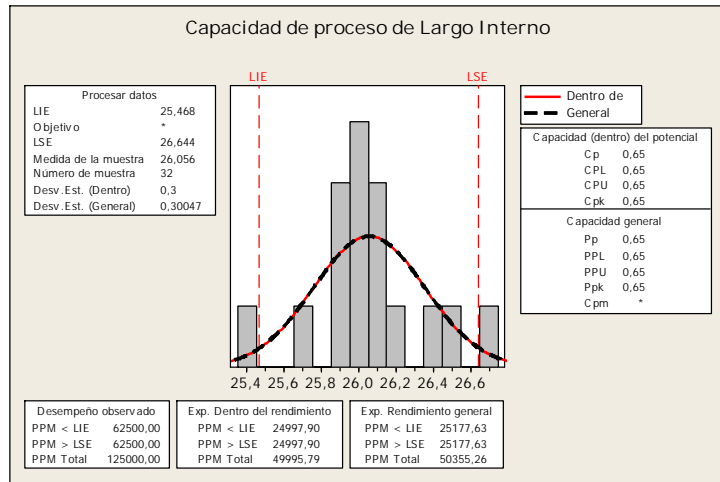


DESPUÉS



Largo Interno

ANTES



DESPUÉS

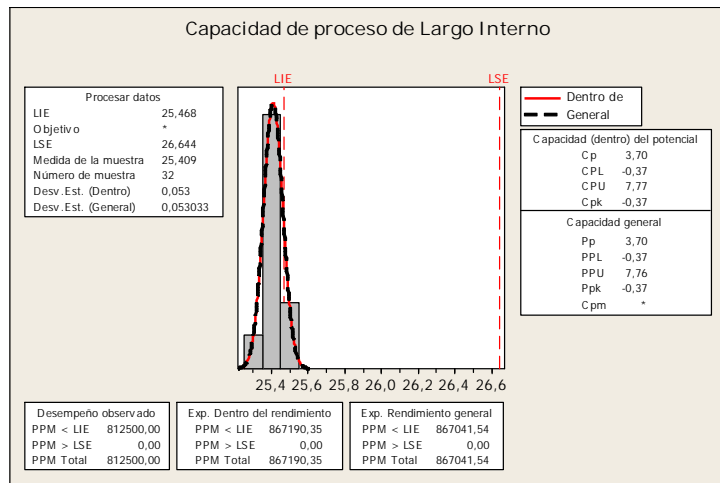
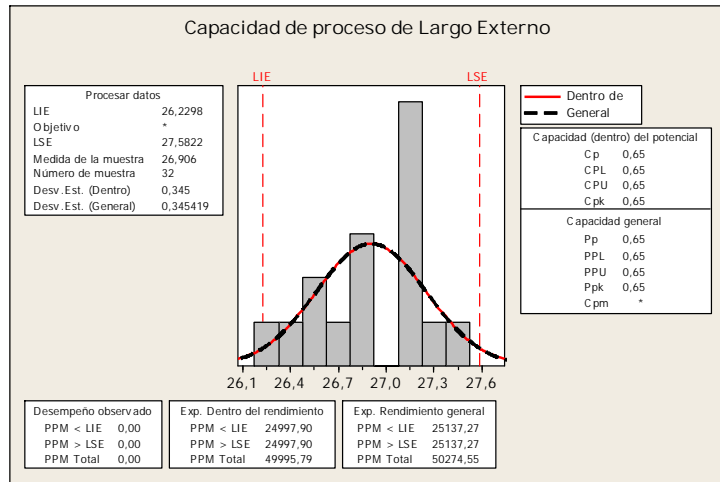


Tabla 49. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Bolsillos Frente Pantalón

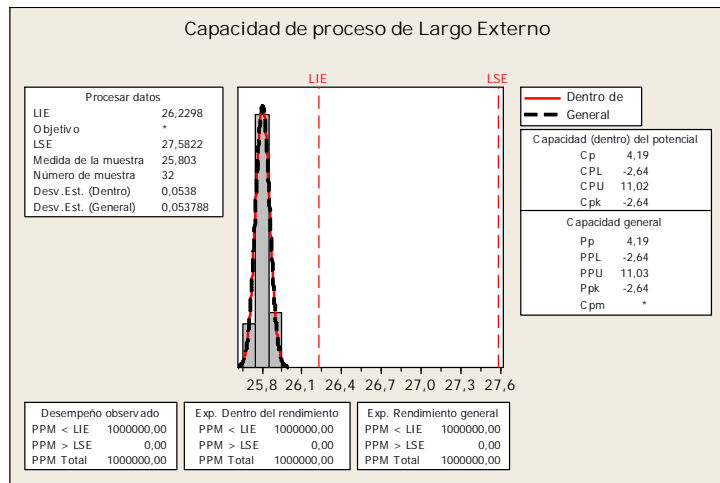
PIEZA BOLSILLOS ESPALDA

Largo Externo

ANTES

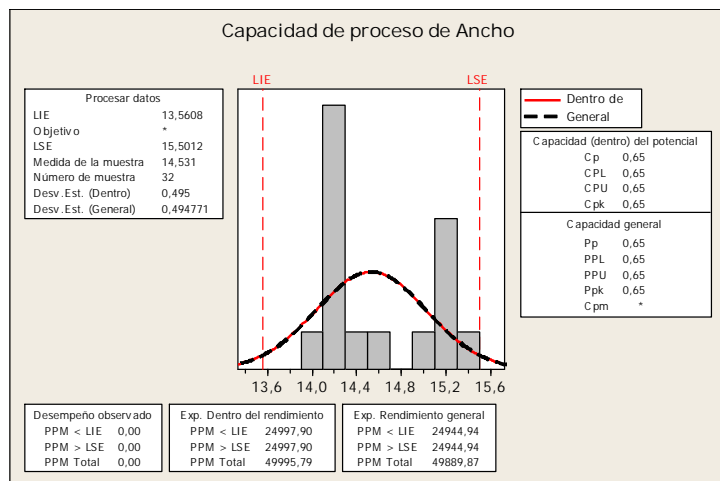


DESPUÉS

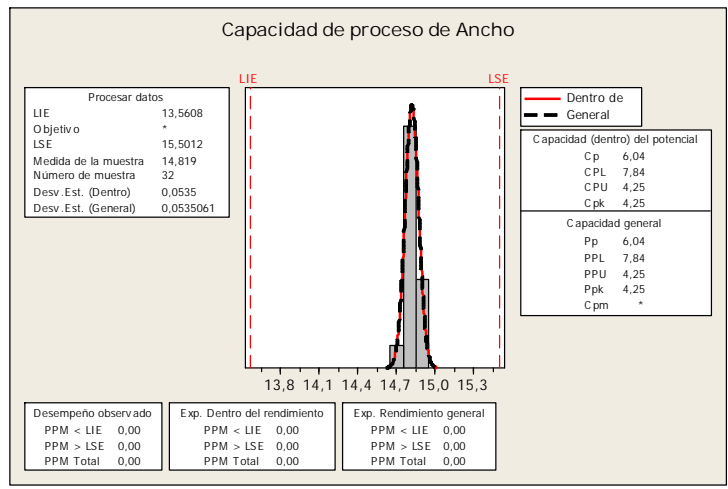


Ancho

ANTES

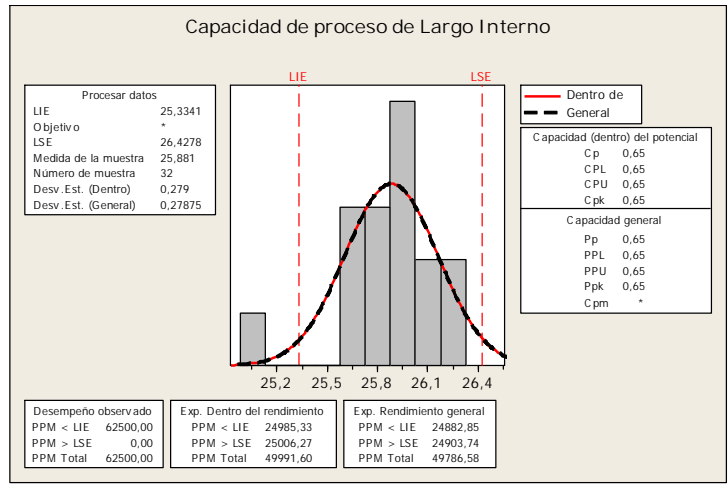


DESPUÉS



Largo Interno

ANTES



DESPUÉS

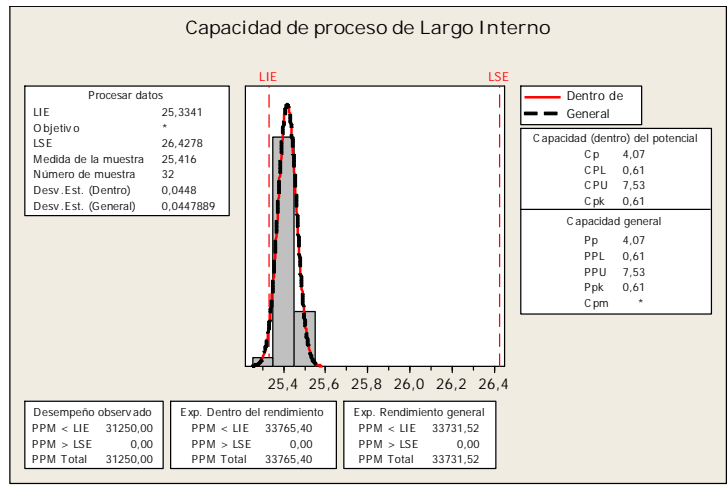
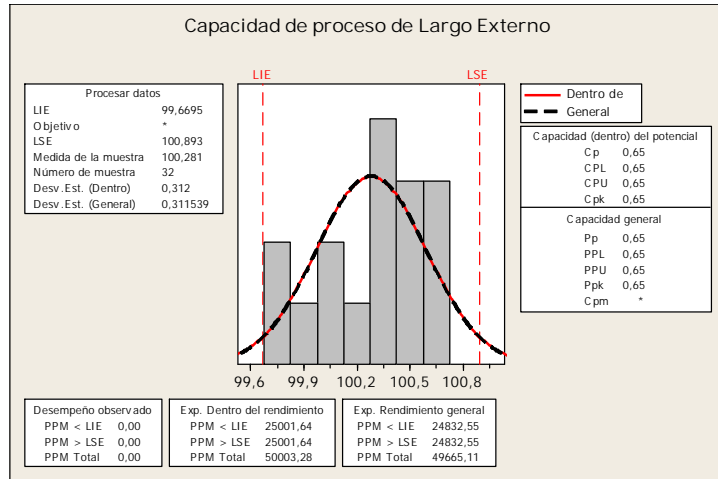


Tabla 50. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Bolsillos Espalda Pantalón

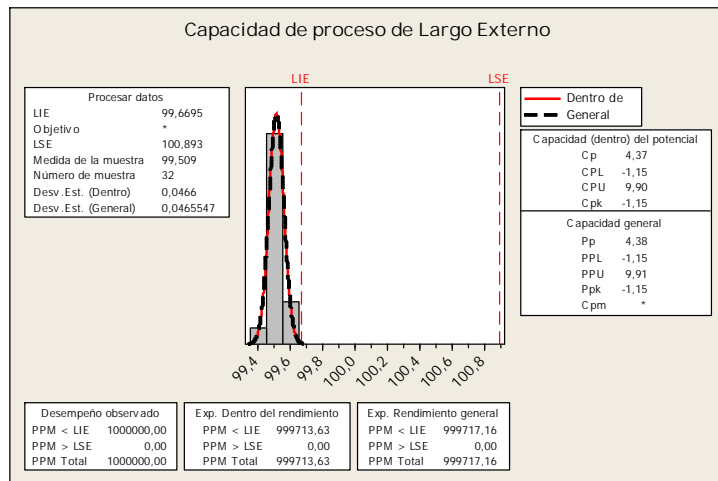
PIEZA FRENTE PANTALÓN

Largo Externo

ANTES

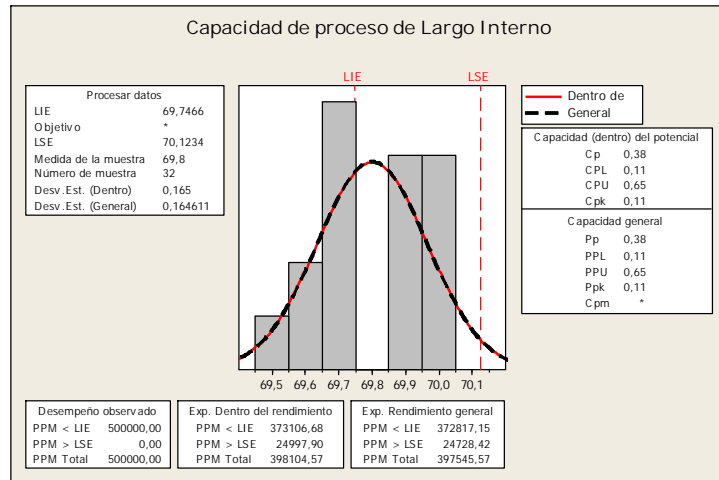


DESPUÉS

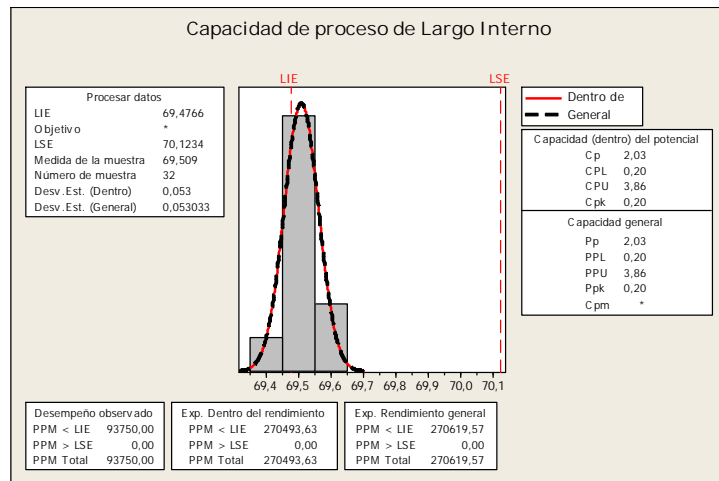


Largo Interno

ANTES

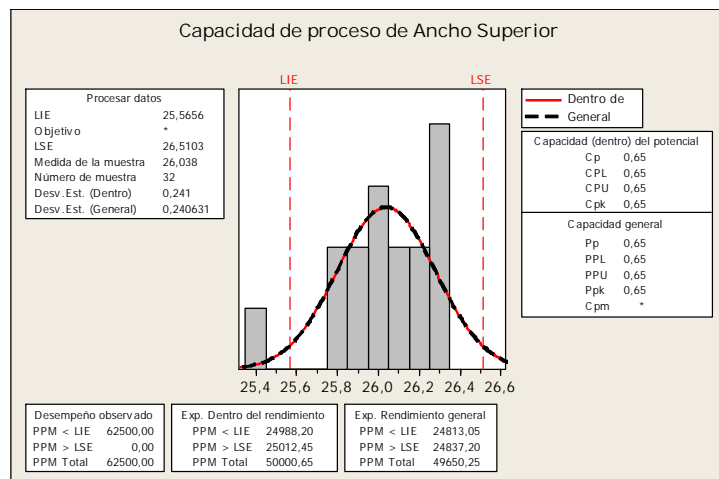


DESPUÉS



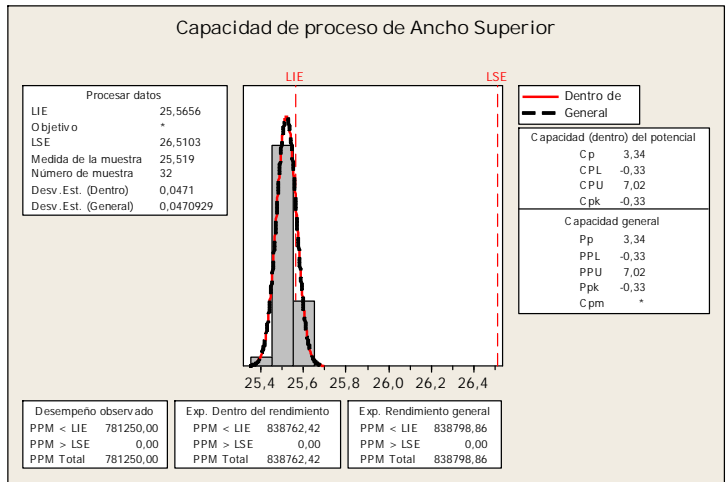
Ancho Superior

ANTES



DESPUÉS

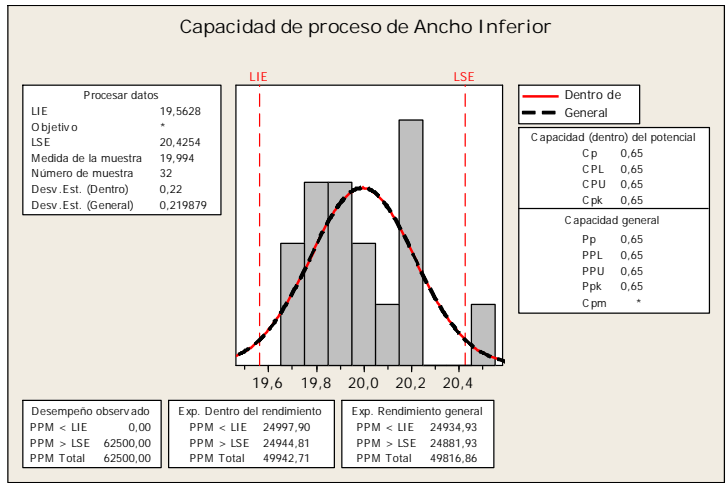
Capacidad de proceso de Ancho Superior



Ancho Inferior

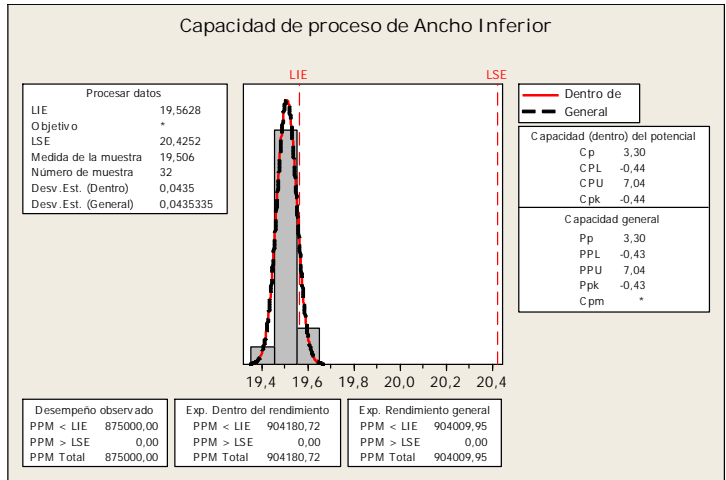
Capacidad de proceso de Ancho Inferior

ANTES



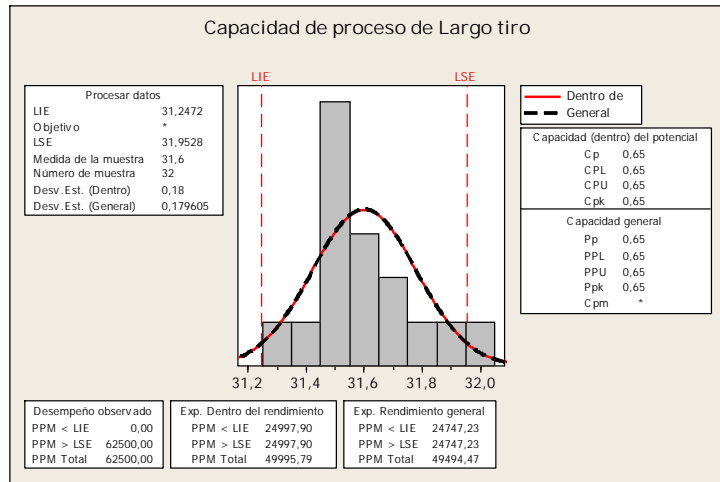
DESPUÉS

Capacidad de proceso de Ancho Inferior



Largo Tiro

ANTES



DESPUÉS

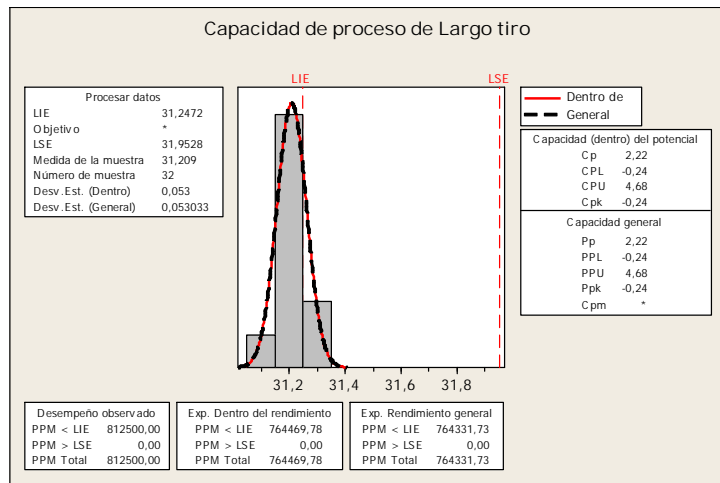
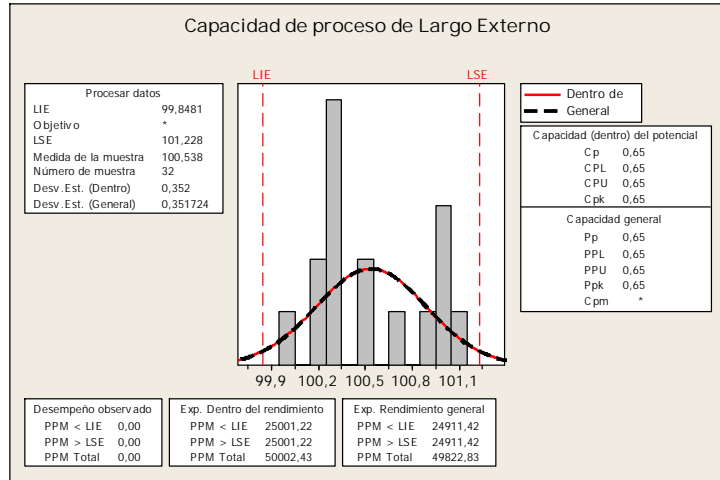


Tabla 51. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Frente Pantalón

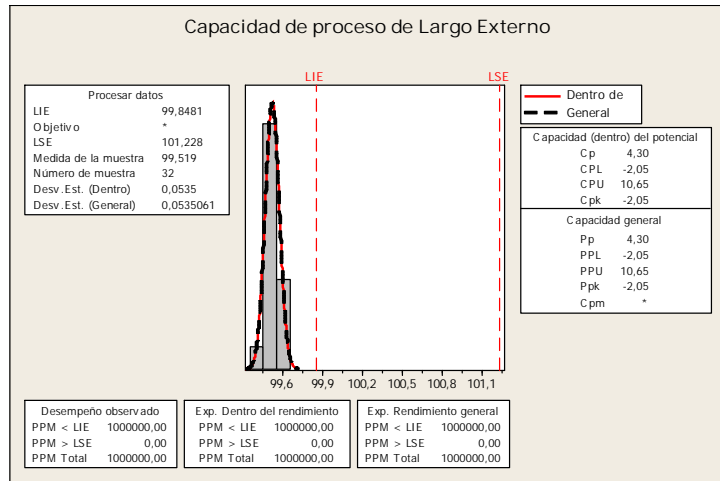
PIEZA ESPALDA PANTALÓN

Largo Externo

ANTES

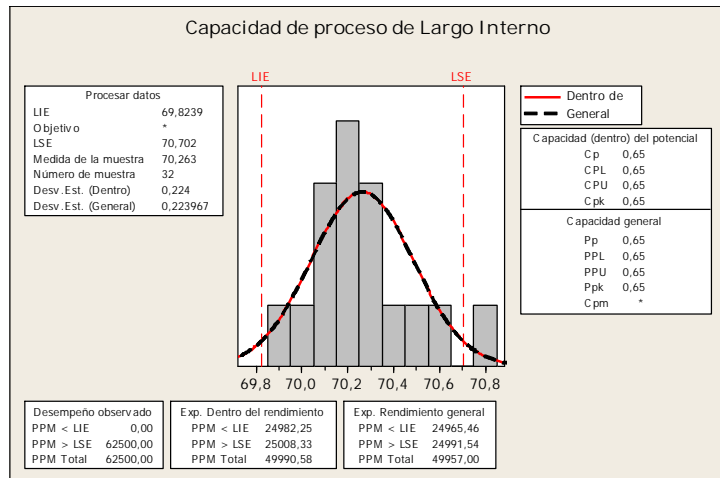


DESPUÉS

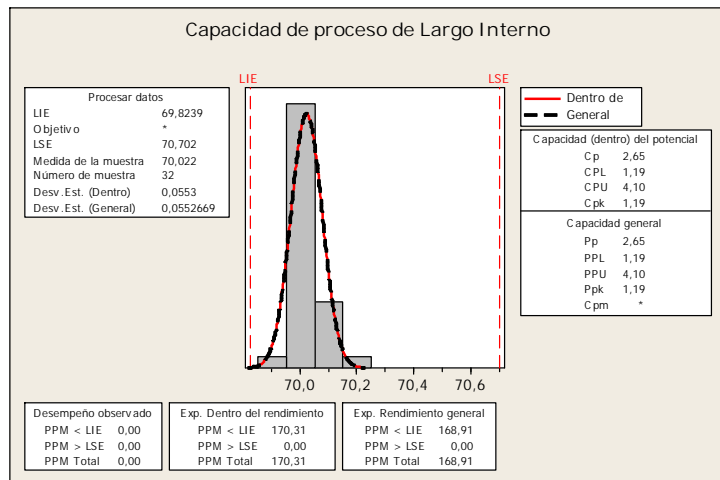


Largo Interno

ANTES

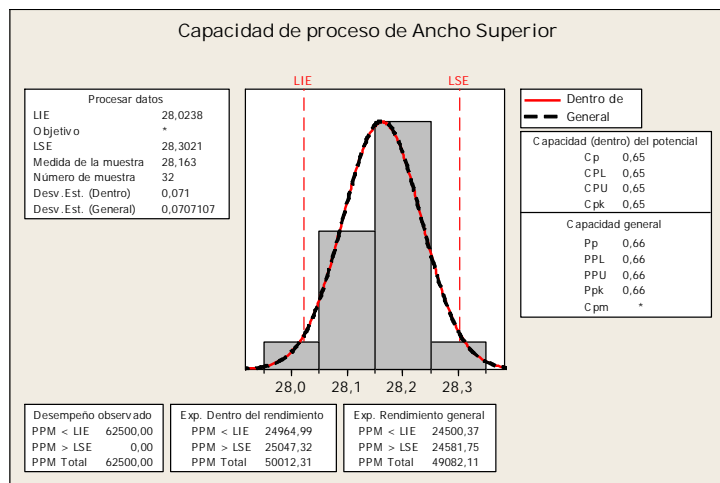


DESPUÉS

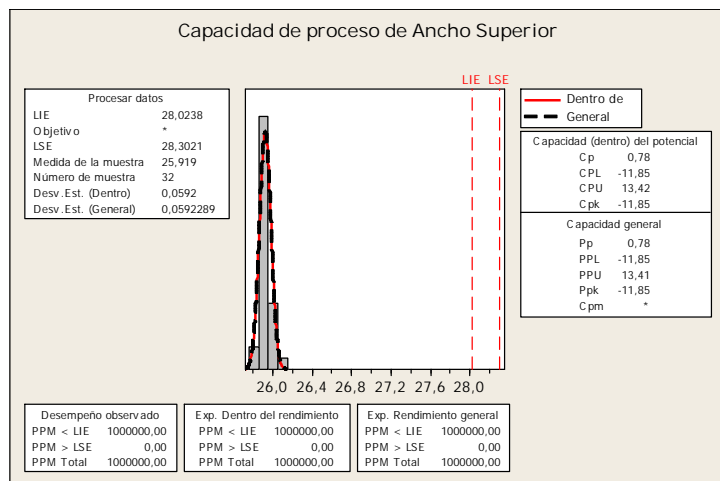


Ancho Superior

ANTES

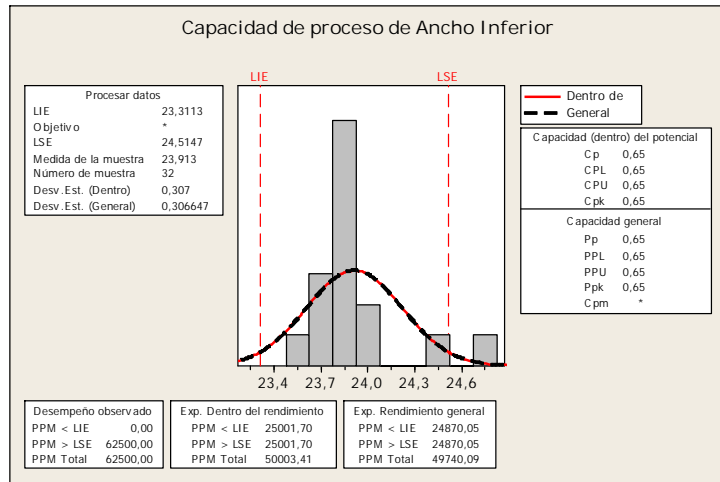


DESPUÉS

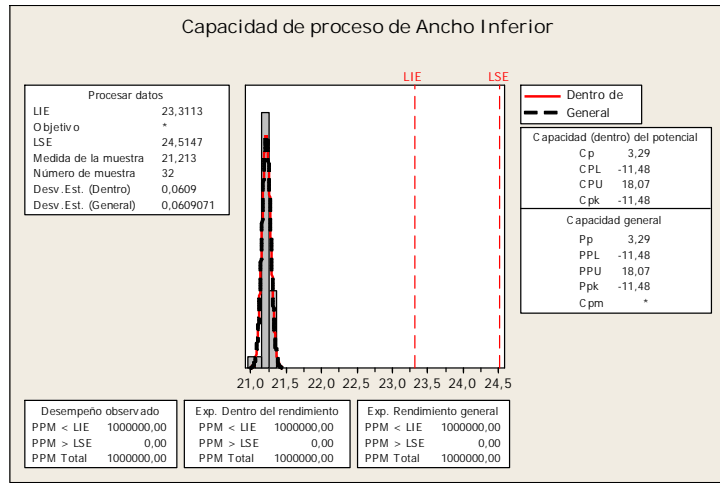


Ancho Inferior

ANTES

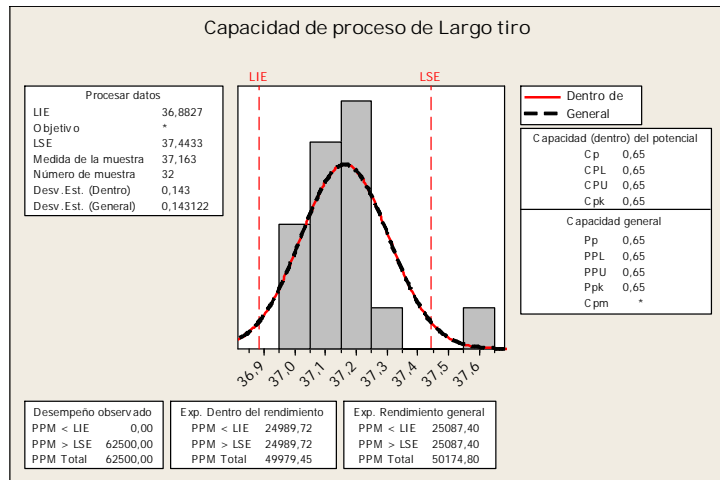


DESPUÉS



Largo Tiro

ANTES



DESPUÉS

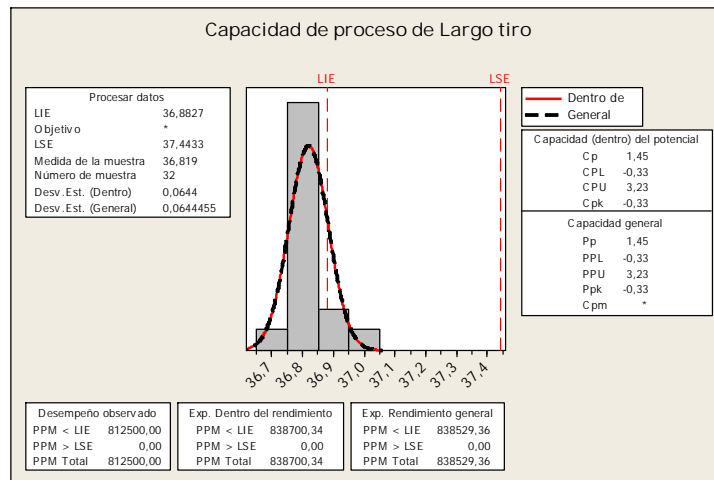


Tabla 52. Cuadro Comparativo Capacidad Pieza Espalda Pantalón

Los cuadros nos demuestran que el mejoramiento ha sido realizado, las especificaciones han sido cumplidas he incluso la mayoría de ellas se encuentran muy cerca de los valores nominales de acuerdo al tipo de trazo dado, metodológicamente para que la implementación tenga éxito la campana de Gauss debe ser reducida sus especificaciones iniciales, nuestros resultados demuestran esto; asegurando así que la implementación ha sido realizada con éxito.

6.1.2 RESULTADOS DE PRODUCTIVIDAD

Productividad Monofactorial

ANTES	DESPUÉS
4,931 \$	6,164 \$

Cuadro 41. Cuadro Comparativo Productividad Monofactorial

Productividad Multifactorial

ANTES	DESPUÉS
2,102 \$	2,836 \$

Cuadro 42. Cuadro Comparativo Productividad Multifactorial

Los cuadros comparativos de la Productividad demuestran la mejora que se realizó, ya que el desperdicio de materia prima se redujo disminuyendo así el costo de compra de materia prima, y se incrementó el número de producción de calentadores diarios de 12 a 15 calentadores al día.

6.2 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Proveedor	Producto	Costo
Corporación Empresarial PUCESI	Servicio de Diseño de Prendas en Audaces e impresión de trazos en plotter (por calentador en todas sus tallas)	\$9.84
Indesquin C.ltda	Coche de tela	\$ 607.85
MAINCO	Máquina cortadora	\$1571.44
Oficent	Regulamatic	\$ 131.20
Gerber Technology	Máquina para etiquetar	\$ 302.53
Total		\$2622.86

Cuadro 43. Costos Implementación

La implementación tuvo el costo de \$ 2622.86, tomándolo como una inversión; ya que las mejoras demostradas son notables.

Recuperación de la Inversión:

Tomando en cuenta que la productividad se incremento, mejorando así la rentabilidad de la empresa, consideramos la suma de este incremento de la productividad monofactorial y multifactorial, al equivalente de \$39,34 al mes, obteniendo un valor de \$472,08 año. Estimamos así que la inversión será recuperada en 5 años y 6 meses aproximadamente, cabe recalcar que esto sucederá si la empresa no realiza ninguna mejora adicional al sistema, ya que si lo hiciera la recuperación de la inversión será en menor tiempo.

CONCLUSIONES

- I. Se identifico las diferentes necesidades y requerimientos que la empresa necesitaba referente al control estadístico de la calidad, las cuales han sido incluidas en el proceso de mejora. Estas necesidades primordialmente fueron el mejoramiento de la capacidad y productividad, demostrando los siguientes resultados.

CAPACIDAD

Pieza cuello 1

Partes De Pieza	ANTES	DESPUES
Largo Superior	0,6534	3,1276
Largo Inferior	0,6533	2,7625
Ancho Superior	0,6533	3,0553
Ancho Inferior	0,6533	2,4438

Pieza cuello 2

Partes De Pieza	ANTES	DESPUES
Largo Superior	0,6534	4,4560
Largo Inferior	0,6533	4,4948
Ancho Superior	0,6534	1,8488
Ancho Inferior	0,6533	2,2409

Pieza cuello 3

Partes De Pieza	ANTES	DESPUES
Largo Superior	0,6533	1,1252
Largo Inferior	0,6533	0,9945
Ancho Superior	0,6532	0,6965
Ancho Inferior	0,6533	0,9603

Pieza lateral delantero

Partes De Pieza	ANTES	DESPUES
Largo Externo	0,6533	4,8117
Largo Interno	0,6533	1,9974
Ancho Superior	0,6533	6,0611
Ancho Inferior	0,6533	5,1613

Pieza lateral espalda

Partes De Pieza	ANTES	DESPUES
Largo Externo	0,6533	3,8019
Largo Interno	0,6533	1,9511
Ancho Superior	0,6533	3,5779
Ancho Inferior	0,6533	2,9977

Pieza mangas

Partes De Pieza	ANTES	DESPUES
Largo Superior	0,6533	3,4775
Largo Inferior	0,6533	2,9871
Ancho Superior	0,6533	3,4109
Ancho Inferior (puño)	0,6533	3,6953
Contorno Siza	0,6533	2,9677

Pieza bolsillos

Partes De Pieza	ANTES	DESPUES
Largo Externo	0,6533	2,6806

Largo Interno	0,6533	9,3514
Ancho Superior	0,6533	8,1604
Ancho Inferior	0,6533	6,8114

Pieza delanteros

Partes De Pieza	ANTES	DESPUES
Largo Externo	0,6533	5,6992
Largo Interno	0,6533	4,0108
Ancho Inferior	0,6533	2,2099
Cuello	0,6510	3,3659
Hombro	0,6533	2,6022
Contorno Siza	0,6533	3,9979

Pieza espalda

Partes De Pieza	ANTES	DESPUES
Largo Externo	0,6533	3,0802
Largo Interno	0,6533	1,3088
Ancho Inferior	0,6533	0,9076
Cuello	0,6533	1,6656
Hombro	0,6533	2,8285
Contorno Siza	0,6533	3,0148

PIEZAS DE PANTALÓN

Pieza bolsillos frente

Partes De Pieza	ANTES	DESPUES
Largo Externo	0,6533	4,3634
Ancho	0,6533	2,6417
Largo Interno	0,6533	3,6981

Pieza bolsillos espalda

Partes De Pieza	ANTES	DESPUES
Largo Externo	0,6533	4,1896
Ancho	0,6533	6,0224
Largo Interno	0,6533	3,8809

Pieza frente pantalón

Partes De Pieza	ANTES	DESPUES
Largo Externo	0,6533	4,3741
Largo Interno	0,6533	2,0339
Ancho Superior	0,6533	3,3429
Cancho Inferior	0,6533	3,3042
Largo tiro	0,6533	2,2188

Pieza espalda pantalón

Partes De Pieza	ANTES	DESPUES
Largo Externo	0,6533	4,2984

Largo Interno	0,6533	2,6465
Ancho Superior	0,6533	0,7835
Cancho Inferior	0,6533	2,8779
Largo tiro	0,6534	1,4508

PRODUCTIVIDAD

Tipo de Productividad	ANTES	DESPUES
Monofactorial	\$4,931	\$6,164
Multifactorial	\$2,102	\$2,836

- II. Se investigo los diferentes controles y técnicas existentes que se encuentran aplicadas en el sector de confección, y han sido implementadas dando beneficio a la empresa. Las implementaciones realizadas fueron las siguientes: adquisición del servicio de diseño de prendas en Audaces e impresión de estos en plotter, adquisición de un coche para tender tela en mesa, el proceso de reposo de tela, engrampado de trazos de diseño en tela y etiquetado y revisado de piezas cortadas.

- III. Se proporciono los elementos necesarios para sistematizar la empresa, favoreciendo en su productividad y capacidad del proceso. Estos elementos son las herramientas de la calidad, cartas de control y un nuevo método en el proceso de corte.

- IV. Se consolido la información de una forma lógica y sistemática, constituyendo un sistema de Control estadístico estructurado. Con la ayuda de las cartas de control que nos permite identificar la estabilidad del

proceso, y los índices de capacidad que nos ayudan a controlar que el proceso cumpla con las especificaciones dadas.

- V. Se ha diseñado un sistema de control estadístico de calidad en la empresa “Confecciones ANGIE”, con una metodología de fácil aplicación. Conjuntamente con el software Minitab 15, que nos permite desarrollar de manera rápida el estudio de capacidad, y el cálculo de productividad de una manera sencilla y entendible para las personas que se encuentran involucradas en el proceso de confecciones de calentadores de esta empresa.

RECOMENDACIONES

- I. Se recomienda mantener las mejoras realizadas, para ello es indispensable que el personal a cargo realice el método establecido, ya que ellas son las responsables de que el proceso mantenga la mejora de la capacidad del proceso y la productividad del sistema.
- II. Es recomendable la contratación de una diseñadora de modas que maneje el software específico, ya que por el momento se compra este servicio a una empresa externa.
- III. Se recomienda realizar el estudio de control estadístico para la calidad en todas las áreas de la empresa, para así alcanzar la Calidad Total empresarial.

- IV. Recomendamos a las empresas de la localidad que establezcan este tipo de estudios como la solución de problemas existentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boyles, R.A. (1991). "*The Taguchi capability index*", *Journal of Quality Technology*, 23, 1.
- Deming, W.E. (1989), *Calidad, productividad y competitividad*, Madrid, Díaz de Santos.
- Duncan, L.A. (1989), *Control de Calidad y estadística industrial*, Alfaomega, México.
- Gutiérrez-Púlido, H. (1992). *Control total de la calidad*, Edug, Guadalajara.
- Gutiérrez-Púlido, H. (1995). "*Errores en la práctica del control de calidad*", *Revista de Estadística*, vol. VII, núm.9.
- Gutiérrez-Púlido, H. (1997), *Calidad total y productividad*, McGraw-Hill, México.
- Gutiérrez-Púlido, H. y De la Vara, R. (2009). "*Control Estadístico de la calidad y seis sigma*", McGraw-Hill, México.

Juran, J.M y F.M. Gryna (1995), *Análisis y planeación de la calidad*, México, McGraw-Hill.

ANEXOS

Anexo 1. Ficha Técnica de Diseño (Piel Active)

MUESTRA DE TELA (A)

MUESTRA DE FAJON (B)

OBSERVACIONES :

DETALLES DE INSUMOS UTILIZADOS EN LA CONFECCION

LITERAL	DESCRIPCION	MATERIAL	COMPOSICIÓN	DISPONIBILIDAD EN BODEGAS	ORIGEN	REPOSICION
A	DIADORA	TELA	Poliéster	400 metros	CHINA	10 DIAS
B						

FICHA TECNICA DE ESTAMPADO Y BORDADO



Ancho:	4.5 cm				
Altura:	5 cm		APROBADO		
Cant. de Colores:	1				
Tipo de Estampado	Alta densidad		NO APROBADO		

PROVEEDOR RESPONSABLE

DEP. GESTION DE CALIDAD

PIEL ACTIVE

DEPARTAMENTO TECNICO DE GESTION DE CALIDAD

FICHA TECNICA DE DISEÑO

EMPRESA PROVEEDOR: CONFECCIONES "ANGIE"		PRECIO INC IVA	\$ 0,00
NOMBRE DE PRENDA: ELICIO CALENTADOR		PRECIO 0% IVA	\$ 6,00
DESCRIPCION PRENDA: PANTALON ESTAMPADO			
CLASE DE PRENDA		DEPORTIVO CABALLERO	
COLOR 1:	NEGRO	COLOR 2:	
		COLOR 3:	

DATOS TECNICOS DE MATERIA PRIMA

TELA:	DIADORA	CONSUMO TELA:	1 1/4 metros
COMPOSICION DE TELA:	100% Poliéster		
DISTRIBUIDOR DE TELA:	NORTEXTIL		
RENDIMIENTO DE TELA:	1.00 metros ANCHO: 1.50 metros ABIERTA		

FICHA TECNICA GEOMETRAL FRENTE Y ESPALDA CON DETALLES Y ESPECIFICACIONES



MEDIDAS DE PRODUCTO TERMINADO

TALLAS POR CONFECCIONAR

Medida	Descripción de la medida indicando y de donde se U. Medida	S	M	L	XL
A	Largo total de la prenda	93	98	103	108
B	Contorno de cintura	56	58	60	62
C	Contorno de cadera	116	118	120	122
D	Contorno de basta	40	41	42	43
E					
F					
G					
H					

FORMA: PA-01GC-01

MUESTRAS DE INSUMOS UTILIZADOS POR COLOR (TELA, BOTONES, ERRAGES, BROCHES, ENCAJES, ETC.)

MUESTRA DE TELA (A)

MUESTRA DE FAJON (B)

OBSERVACIONES :

DETALLES DE INSUMOS UTILIZADOS EN LA CONFECCION

LITERAL	DESCRIPCION	MATERIAL	COMPOSICIÓN	DISPONIBILIDAD EN BODEGAS	ORIGEN	REPOSICION
A	DIADORA	TELA	Poliéster	250 metros	CHINA	10 DIAS
B						

FICHA TECNICA DE ESTAMPADO Y BORDADO



Ancho:	4.5 cm				
Altura:	5 cm		APROBADO		
Cant. de Colores:	1				
Tipo de Estampado	Alta densidad		NO APROBADO		

PROVEEDOR RESPONSABLE

DEP. GESTION DE CALIDAD