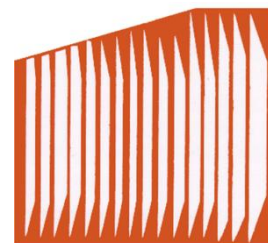




**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE AGRONOMIA
GERENCIA EN SISTEMAS DE CALIDAD Y
CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**



**CONTROL ESTADISTICO EN UNA LINEA DE ENVASES METALICOS
RECTANGULARES DE CINCO (5) GALONES.**

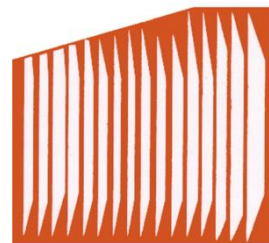
Autor:

Ing. Alexis Villamarín

Maracay; Junio de 2015



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE AGRONOMIA
GERENCIA EN SISTEMAS DE CALIDAD Y
CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS
TRABAJO ESPACIAL DE GRADO**



**CONTROL ESTADISTICO EN UNA LINEA DE ENVASES METALICOS
RECTANGULARES DE CINCO (5) GALONES.**

Tutor académico:
MSc. Mairett Rodríguez

Autor:
Ing. Alexis Villamarín

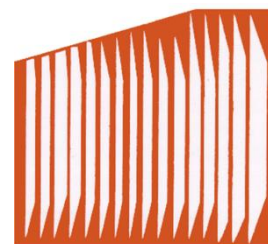
Tutor Industrial:
Esp. Solangel Cisneros

Trabajo especial de grado para optar al título de Especialista en Gerencia de Sistemas
de Calidad y Control Estadístico de Procesos.

Maracay; Junio de 2015



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE AGRONOMIA
GERENCIA EN SISTEMAS DE CALIDAD Y
CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO



CONSTANCIA DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes, miembros del jurado designado para estudiar el Trabajo Especial de Grado titulado: **"CONTROL ESTADISTICO EN UNA LINEA DE ENVASES METALICOS RECTANGULARES DE CINCO (5) GALONES."** realizado por el Ingeniero: Alexis J. Villamarín O. C.I. 17.251.093, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo sin hacernos responsables de la totalidad de su contenido, sin embargo lo encontramos correcto en su forma y presentación.

Prof. (a): Mairett Rodríguez
Presidente

Prof.:

Jurado

Prof.:

Jurado

Maracay; Junio de 2015

DEDICATORIA

Trabajo especial de grado dedicado con la más alta devoción a mi mejor amigo

y buen Dios: Jesucristo.

...en segundo lugar a:

Mi amada madre, mi amado tío José,

y a el resto de mi bella familia.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios quien con infinita paciencia me brinda de su misericordia, la cual se renueva de día en día; solo con su ayuda he logrado alcanzar esta meta propuesta. El me llenó, me llena y me llenará de fuerzas...en El, el débil dice: Fuerte soy.

Agradezco la abnegación de mi bella Madre pues su apoyo es sin par. Ella ha sido el soporte callado que rara vez recibe parte del merito, no obstante es la base provista por Dios, siempre dispuesta, que ha fundamentado toda mi vida.

A mi amado tío que representa para mí un ejemplo digno de seguir...creo que de forma inconsciente he adquirido procederes parecidos a los suyos... él desde siempre ha inspirado en mí un espíritu luchador.

A toda mi familia: Abuela, tíos, hermanos y primos....y ahora a quien alegra mi vida cada día con el solo hecho de pensar en ella, mi hermosa prometida: Fiorella Lagrutta; todos, de forma directa o indirecta sirvieron de apoyo para poder alcanzar esta meta.

A la Esp. Ing. Solangel Cisneros Jefa de Calidad de Enveses Venezolanos, S.A. por el excelente trato dado y la amplia tutoría brindada durante el desarrollo del trabajo especial de grado en esta empresa; valga mencionar y resaltar su elevado sentido crítico que enriqueció muchísimo este trabajo de investigación. Agradezco igualmente al Lic. José Pacheco, al Sr. Ramón y a todos los operadores de Líneas Generales por su contribución con este trabajo de investigación desde el punto de vista operativo en las tomas de muestras.

A la profesora MSc. Mairet Rodríguez, por la asesoría dada en medio del desarrollo de este trabajo especial de grado, gracias a su paciencia y soporte esta investigación fue concluida.

Agradezco de igual forma la bendición que representaron en esta etapa de mi vida mis grandes compañeras de estudio: Jardeylis García y Mayanin Dagger. Juntos nos trasnochamos cual estudiantes de pregrado para responder al reto de aprendizaje que representa este Estudio de postgrado, dicho sea de paso de un nivel de calidad y competitividad altísimo.

Agradezco también al personal administrativo del postgrado en estadística de la UCV núcleo el Limón en especial a Carla y Mirian, los mejores deseos para ustedes chicas.

Por último, pero no menos importante, agradezco a todos los profesores del Postgrado en estadística de la facultad de Agronomía de la UCV, núcleo el Limón, pues su esmero por dar instrucción y compartir los conocimientos que poseen es una actividad loable.....incontenible el hecho de mencionarlos: Dra. Judith García, MSc. Mayela Parra, MSc. Mairet Rodríguez, Dr. Theodoro García, Esp. Victor Blanco, MSc. Wilfre Machado, Dr. Jorge Flores, y con todo el énfasis requerido: Dra. Marisela Ascanio cuya pedagogía y celo por las actividades del Postgrado es sorprendentemente admirable, Dios les bendiga siempre profesores.

SUMARIO

El objetivo principal de esta investigación estuvo enfocado en el planteamiento/ actualización de características de calidad en el producto envases rectangulares de cinco (5) galones y en características de proceso de esta línea productiva perteneciente a la empresa: Envases Venezolanos, S.A.; esto con la finalidad de actualizar u obtener valores estándares contra los cuales evaluar efectividad, conociendo la capacidad que presenta bajo las condiciones regulares de producción.

El alcance de este trabajo especial de grado se delimitó al planteamiento y/o actualización de características de calidad de producto y de condición de proceso, verificando la capacidad del mismo para la producción de unidades bajo especificación, generando como consecuencia de estos planteamientos modificaciones en el sistema documental asociado a la Gestión de la calidad en “Líneas Generales”

Entre las variables manejadas durante el desarrollo de la investigación se tiene: Altura, desarrollo, escuadra y espesor de láminas en la etapa de cortado de laminas, solapado inferior y superior en la etapa de cilindrado de láminas, diagonal 1 y diagonal 2 en la etapa expansión de cilindros, longitudes de pestaña en la etapa de pestañado, espesor, anchura, profundidad, gancho tapa, gancho cuerpo y traslape para las etapas de conformación tapa y conformación fondo; todas estas variables para lo que representa el proceso principal de producción. Para el proceso de elaboración de componentes solo se consideró la profundidad, longitud de pestaña y cantidad de compuesto para la etapa de elaboración de tapas y fondos.

El sitio donde se llevo a cabo la investigación fue las instalaciones de Envases Venezolanos, S.A. ubicada en la Av. Aragua Cruce con la Calle Carabobo, zona Industrial de Santa Rosa Maracay, Edo- Aragua y puntualmente en “Líneas generales” que es la línea encargada de la producción de envases rectangulares de 5 galones. Las

mediciones de las variables asociadas en este estudio fueron realizadas en los laboratorios de latas y tapas de esta misma empresa.

Para el desarrollo satisfactorio de la investigación se procedió inicialmente a la definición y desarrollo de un diagrama de bloques contentivo de cada una de las etapas de “Líneas Generales” para garantizar de esta forma la identificación completa de todas las secciones en las cuales hubiese que considerar el establecimiento de características de proceso y definición de comportamiento estadístico. La delimitación clara de las etapas de “Líneas Generales” permitió seguidamente establecer una matriz técnica de proceso donde con ayuda de tormenta de ideas y diagramas de Ishikawa se logra identificar posibles causas que contribuyan con la variabilidad en cada etapa del proceso y así sugerir mejoras. Una vez listadas las variables sobre las cuales se monitoreara el proceso, se establece un plan de muestreo piloto basado en el tamaño de muestra y frecuencia de muestreo sugerido por Montgomery (1998) dando origen a gráficas de control preliminares fijando estas los límites tentativos de control. Una vez obtenido los resultados del muestreo piloto se procedió a planificar y ejecutar un muestreo de verificación fundamentado en el muestreo sistemático, obteniendo así un tamaño de muestra representativo de la producción de un día de operación y dos turnos para esta línea, valores que a su vez se establecerán como tamaños de muestra en los chequeos de inspección rutinarios a ser aplicados por el personal de planta. Al validar los límites de control en cada una de las características de proceso se procede de forma consecuente a evaluar a través de correlaciones la influencia de dichas variables de proceso sobre las características de calidad del producto. Finalmente en cada una de las etapas se verifica la capacidad del proceso en cuanto a la generación de productos bajo especificación tomando como referencia las tolerancias planteadas por la American Can Company para latas circulares.

Entre las conclusiones más destacadas se tiene que solo para las variables Gancho cuerpo, fondo, anchura (conformación tapa), longitud de pestaña tapa y solapado inferior, las gráficas de control preliminares presentan una condición severa de fuera de control. Solo la variable escuadra de la etapa cortado de láminas no

presenta una distribución normal por lo cual el seguimiento para su control se hará apoyado en la medida de tendencia central “mediana”. El proceso es capaz de producir unidades con bajas probabilidades de generación de defectos solo para las variables profundidad del nervio en la etapa de cornado y profundidad y traslape para las etapas de conformación tapa y conformación fondo. De igual forma el proceso presenta una capacidad potencial para producir unidades con bajas probabilidades de generación de defectos para la variable longitud de pestana del cuerpo para la etapa de pestañado, para el resto de las variables el valor de C_p es menor a 1.

Como recomendaciones relevantes destacan: Realizar y aplicar un plan de mantenimiento preventivo y/o predictivo sobre la maquinaria de “Líneas Generales” con miras en aplicar nuevamente la metodología seguida para establecer las gráficas de control preliminares en las etapas donde se observó que el proceso estaba fuera de control pues se atribuye esta como la causa principal para esta condición en el proceso. Tomar como variable crítica de control en la etapa expansión de cilindro la altura a la salida de este, por ser esta una variable con forma de medición más práctica y exacta. Adicionalmente se recomienda investigar tolerancias y/o especificaciones que la American Can posea para latas rectangulares, pues las que se emplean para latas circulares son muy exigentes, indicando capacidades de proceso que corresponden a una condición desfavorable cuando no es así en la realidad.

INDICE GENERAL

Contenido	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
I.1 Descripción del problema.....	3
I.2 Formulación del problema.....	5
I.2.1 Situación actual.....	5
I.2.2 Situación deseada.....	5
I.3 Objetivos.....	6
I.3.1 Objetivo general.....	6
I.3.2 Objetivos específicos.....	6
I.4 Justificación.....	6
I.5 Limitaciones.....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	8
II.1 Antecedentes.....	8
II.2 Fundamentos teóricos.....	10
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	31
III.1 Tipo de Investigación.....	31
III.2 Operacionalización de los objetivos.....	31
III.2.1 Identificar todas las etapas presentes en el proceso productivo de Líneas Generales.....	31
III.2.2 Discriminar las variables críticas de control a ser empleadas como parámetros de proceso en cada una de las etapas de Líneas Generales..	32

Contenido	Pág.
III.2.3 Establecer mediante basamento estadístico los valores de los parámetros de proceso y sus límites de control.....	32
III.2.4 Calcular la capacidad del proceso en cada una de las etapas de Líneas Generales.....	39
III.2.5 Registrar los cambios generados en la documentación de Líneas Generales presentes en el Sistema de Gestión de la Calidad.....	41
CAPÍTULO IV: PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	42
IV.1 Identificar todas las etapas presentes en el proceso productivo de Líneas Generales.....	42
IV.2 Discriminar las variables críticas de control a ser empleadas como parámetros de proceso en cada una de las etapas de Líneas Generales.....	42
IV.3 Establecer mediante basamento estadístico los valores de los parámetros de proceso y sus límites de control.....	47
IV.4 Calcular la capacidad del proceso en cada una de las etapas de Líneas Generales.....	101
IV.5 Registrar los cambios generados en la documentación de Líneas Generales presentes en el Sistema de Gestión de la Calidad.....	103
CONCLUSIONES.....	105
RECOMENDACIONES.....	106
BIBLIOGRAFÍA.....	107
APÉNDICE A: Cálculos típicos.....	108
APÉNDICE B: Tablas y figuras bibliográficas.....	112

ÍNDICE DE TABLAS

Contenido	Pág.
Tabla 3.1 : Matriz Técnica de Procesos.....	33
Tabla 3.2 : Resultado De Muestreo Piloto Para La Etapa Conformación Tapa, Variable Espesor.....	35
Tabla 3.3 : Recolección De Datos En El Muestreo Piloto Para La Definición Del Tamaño De Muestra Final.....	36
Tabla 4.a : Matriz técnica de procesos.....	43
Tabla 4.1: : Valores De Altura De Láminas Obtenidos En El Muestreo Piloto, Etapa Cortado De Láminas.....	47
Tabla 4.2 : Valores De Desarrollo De Láminas Obtenidos En El Muestreo Piloto, Etapa Cortado De Láminas.....	50
Tabla 4.3 : Valores De Escuadra Obtenidos En El Muestreo Piloto, Etapa Cortado De Láminas.....	52
Tabla 4.4 : Valores De Escuadra Obtenidos En El Muestreo De Verificación, Etapa Cortado De Láminas.....	54
Tabla 4.5 : Valores De Espesor De Lámina Obtenidos En El Muestreo Piloto, Etapa Cortado De Láminas.....	55
Tabla 4.6 : Valores De Espesor De Lámina Obtenidos En El Muestreo De Verificación, Etapa Cortado De Láminas.....	57
Tabla 4.7 : Valores De Solapado Superior Obtenidos En El Muestreo Piloto, Etapa De Cilindrado.....	57
Tabla 4.8 : Valores De Solapado Superior Obtenidos En El Muestreo De Verificación.....	59
Tabla 4.9 : Valores De Solapado Inferior Obtenidos En El Muestreo Piloto, Etapa De Cilindrado.....	59
Tabla 4.10 : Valores De Solapado Inferior Obtenidos En El Muestreo De Verificación, Etapa De Cilindrado.....	61
Tabla 4.11 : Valores De La Diagonal 1 En El Muestreo Piloto, Etapa Expansión De Cilindro.....	62
Tabla 4.12 : Valores De La Diagonal 1 En El Muestreo De Verificación, Etapa De Expansión De Cilindro.....	64
Tabla 4.13 : Valores De La Diagonal 2 En El Muestreo Piloto, Etapa De Expansión De Cilindro.....	65
Tabla 4.14 : Valores De La Diagonal 2 En El Muestreo De Verificación, Etapa De Expansión De Cilindro.....	67
Tabla 4.15 : Valores De Profundidad Del Nervio En El Muestreo Piloto, Etapa Cornado De Cuerpo.....	67
Tabla 4.16 : Valores De Profundidad Del Nervio En El Muestreo De Verificación, Etapa Cornado De Cuerpo.....	69

Contenido	Pág.
Tabla 4.17 : Valores De Longitud De Pestaña Del Cuerpo (Fondo) En El Muestreo Piloto, Etapa De Pestañado.....	70
Tabla 4.18 : Valores De Longitud De La Pestaña Del Cuerpo (Fondo) En El Muestreo De Verificación, Etapa De Pestañado.....	72
Tabla 4.19 : Valores De Longitud De La Pestaña Del Cuerpo (Tapa) En El Muestreo Piloto, Etapa De Pestañado.....	72
Tabla 4.20 : Valores De Espesor En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Tapa.....	74
Tabla 4.21 : Valores De Espesor En El Muestreo De Verificación, Etapa De Conformación Tapa.....	76
Tabla 4.22 : Valores De Espesores En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Fondo.....	76
Tabla 4.23 : Valores De Espesor En El Muestreo De Verificación, Etapa De Conformación Fondo.....	78
Tabla 4.24 : Valores De Gancho Tapa En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Tapa.....	78
Tabla 4.25 : Valores De Gancho Tapa En El Muestreo De Verificación, Etapa De Conformación Tapa.....	80
Tabla 4.26 : Valores De Gancho Tapa En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Fondo.....	80
Tabla 4.27 : Valores De Gancho Tapa En El Muestreo De Verificación, Etapa De Conformación Fondo.....	82
Tabla 4.28 : Valores De Gancho Cuerpo En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Tapa.....	82
Tabla 4.29 : Valores De Gancho Cuerpo En El Muestreo De Verificación, Etapa De Conformación Tapa.....	84
Tabla 4.30 : Valores De Gancho Cuerpo En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Fondo.....	84
Tabla 4.31 : Valores De Gancho Cuerpo En El Muestreo De Verificación, Etapa De Conformación fondo.....	86
Tabla 4.32 : Valores De Traslape En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Tapa.....	86
Tabla 4.33 : Valores De Traslape En El Muestreo De Verificación, Etapa De Conformación Tapa.....	88
Tabla 4.34 : Valores De Traslape En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Fondo.....	88
Tabla 4.35 : Valores De Traslape En El Muestreo De Verificación, Etapa De Conformación Fondo.....	90

Contenido	Pág.
Tabla 4.36 : Valores De Anchura En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Tapa.....	90
Tabla 4.37 : Valores De Anchura En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Fondo.....	92
Tabla 4.38 : Valores De Profundidad En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Tapa.....	94
Tabla 4.39 : Valores De Profundidad En El Muestreo De Verificación, Etapa De Conformación Tapa.....	96
Tabla 4.40 : Valores De Profundidad En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Fondo.....	96
Tabla 4.41 : Valores De Profundidad En El Muestreo De Verificación, Etapa De Conformación Fondo.....	98
Tabla 4.43 : Parámetros de Proceso Obtenidos.....	99
Tabla 4.44 : Valores De Capacidad del Proceso En Cada Una De Las etapas.....	102
Tabla B.1 : Factores para construir cartas de control para variables.....	149

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Pág.
Figura 2.1 : La porción caída del proceso y el índice de capacidad del proceso.....	20
Figura 2.2 : Doble cierre en envases metálicos.....	21
Figura 2.3 : Elementos del cuerpo de la lata que forman parte del cierre.....	23
Figura 2.4 : Componentes del fondo para el cierre.....	24
Figura 2.5 : Terminología del cierre.....	26
Figura 2.6 : Cotas de las partes mensurables de un cierre.....	28
Figura 3.1 : Metodología Seguida Para La Determinación De Los Parámetros De Producción.....	40
Figura 4.a : Etapas del proceso productivo de Líneas Generales.....	42
Figura 4.1 : Gráfico preliminar de control para La variabilidad de la altura de láminas, etapa cortado de láminas.....	48
Figura 4.2 : Gráfico preliminar de control para la media de la altura de laminas con limites $\pm 3\sigma$, etapa de cortado de láminas.....	49
Figura 4.3 : Gráfico preliminar de control para la media de la altura de laminas con limites $\pm 4,5\sigma$, etapa de cortado de láminas.....	49
Figura 4.4 : Gráfico preliminar de control para la variabilidad del desarrollo de láminas, etapa cortado de láminas.....	51
Figura 4.5 : Gráfico preliminar de control para la media del desarrollo de láminas, etapa cortado de láminas.....	51
Figura 4.6 : Histograma de frecuencia para la variable escuadra, etapa de cortado de lámina.....	53
Figura 4.7 : Gráfico preliminar de control para la variabilidad del espesor de láminas, etapa de cortado de láminas.....	56
Figura 4.8 : Grafico preliminar de control para la media del espesor de láminas, etapa cortado de laminas.....	56
Figura 4.9 : Gráfico preliminar de control para la variabilidad del solapado superior, etapa de cilindrado.....	58
Figura 4.10 : Gráfico preliminar de control para la media del solapado superior, etapa de cilindrado.....	58
Figura 4.11 : Gráfico preliminar de control para la variabilidad del solapado inferior, etapa de cilindrado.....	60
Figura 4.12 : Gráfico preliminar de control para la media del solapado inferior, etapa de cilindrado.....	61
Figura 4.13 : Grafico preliminar de control para la variabilidad de la diagonal 1, etapa de expansión de cilindro.....	63
Figura 4.14 : Gráfico preliminar de control para la media de la diagonal 1, etapa de expansión de cilindro.....	64
Figura 4.15 : Gráfico preliminar de control para la variabilidad de la diagonal 2, etapa de expansión de cilindro.....	66
Figura 4.16 : Gráfico preliminar de control para la media de la diagonal 2, etapa de expansión de cilindro.....	66

Contenido	Pág.
Figura 4.17 : Gráfico preliminar de control para la variabilidad de la profundidad del nervio, etapa de cornado de cuerpo.....	68
Figura 4.18 : Gráfico preliminar de control para la media de la profundidad del nervio, etapa de cornado de cuerpo.....	69
Figura 4.19 : Gráfico preliminar de control para la variabilidad de la longitud de pestana del cuerpo (fondo), etapa de pestañado.....	71
Figura 4.20 : Gráfico preliminar de control para la media de la longitud de la pestaña del cuerpo (fondo), etapa de pestañado.....	71
Figura 4.21 : Histograma de frecuencia de la longitud de la pestaña del cuerpo (tapa), etapa de pestañado.....	73
Figura 4.22 : Gráfico preliminar de control para la variabilidad del espesor, etapa de conformación tapa.....	75
Figura 4.23 : Gráfico preliminar de control para la media del espesor, etapa de conformación tapa.....	75
Figura 4.24 : Gráfico preliminar de control para la variabilidad del espesor, etapa de conformación fondo.....	77
Figura 4.25 : Gráfico preliminar de control para la media del espesor, etapa de conformación fondo.....	77
Figura 4.26 : Gráfico preliminar de control para la variabilidad del gancho tapa, etapa de conformación tapa.....	79
Figura 4.27 : Gráfico preliminar de control para la media del gancho tapa, etapa de conformación tapa.....	79
Figura 4.28 : Gráfico preliminar de control para la variabilidad del gancho tapa, etapa de conformación fondo.....	81
Figura 4.29 : Gráfico preliminar de control para la media del gancho tapa, etapa de conformación fondo.....	81
Figura 4.30 : Gráfico preliminar de control para la variabilidad del gancho cuerpo, etapa de conformación tapa.....	83
Figura 4.31 : Gráfico preliminar de control para la media del gancho cuerpo, etapa de conformación tapa.....	83
Figura 4.32 : Gráfico Preliminar de control para la variabilidad del gancho cuerpo, etapa de conformación fondo.....	85
Figura 4.33 : Gráfico Preliminar de control para la media del gancho cuerpo, etapa de conformación fondo.....	85
Figura 4.34 : Gráfico preliminar de control para la variabilidad del traslape, etapa de conformación tapa.....	87
Figura 4.35 : Gráfico preliminar de control para la media del traslape, etapa de conformación tapa.....	87
Figura 4.36 : Gráfico preliminar de control para la variabilidad del traslape, etapa de conformación fondo.....	89
Figura 4.37 : Gráfico preliminar de control para la media del traslape, etapa de conformación fondo.....	89
Figura 4.38 : Gráfico preliminar de control para la variabilidad de la anchura, etapa de conformación tapa.....	91

Contenido	Pág.
Figura 4.39 : Gráfico preliminar de control para la media de la anchura, etapa de conformación tapa.....	91
Figura 4.40 : Gráfico preliminar de control para la variabilidad de la anchura, etapa de conformación fondo.....	93
Figura 4.41 : Gráfico preliminar de control para la media de la anchura, etapa de conformación fondo.....	93
Figura 4.42 : Gráfico preliminar de control para la variabilidad de la profundidad, etapa de conformación tapa.....	95
Figura 4.43 : Gráfico preliminar de control para la media de la profundidad, etapa de conformación tapa.....	95
Figura 4.44 : Gráfico preliminar de control para la variabilidad de la profundidad, etapa de conformación fondo.....	97
Figura 4.45 : Gráfico preliminar de control para la media de la profundidad, etapa de conformación fondo.....	97
Figura B.1 : Evaluación doble cierre –Tapa para muestreo piloto, elemento 1...	112
Figura B.2 : Evaluación doble cierre –Fondo para muestreo piloto, elemento 1.	113
Figura B.3 : Evaluación doble cierre –Tapa para muestreo piloto, elemento 2...	114
Figura B.4 : Evaluación doble cierre –Fondo para muestreo piloto, elemento 2.	115
Figura B.5 : Evaluación doble cierre –Tapa para muestreo piloto, elemento 3...	116
Figura B.6 : Evaluación doble cierre –Fondo para muestreo piloto, elemento 3.	117
Figura B.7 : Evaluación doble cierre –Tapa para muestreo piloto, elemento 4...	118
Figura B.8 : Evaluación doble cierre –Fondo para muestreo piloto, elemento 4	119
Figura B.9 : Evaluación doble cierre –Tapa para muestreo piloto, elemento 5...	120
Figura B.10 : Evaluación doble cierre –Fondo para muestreo piloto, elemento 5.	121
Figura B.11 : Evaluación doble cierre –Tapa para muestreo piloto, elemento 6...	122
Figura B.12 : Evaluación doble cierre –Fondo para muestreo piloto, elemento 6.	123
Figura B.13 : Evaluación doble cierre –Tapa para muestreo piloto, elemento 7...	124
Figura B.14 : Evaluación doble cierre –Fondo para muestreo piloto, elemento 7.	125
Figura B.15 : Evaluación doble cierre –Tapa para muestreo piloto, elemento 8...	126
Figura B.16 : Evaluación doble cierre –Fondo para muestreo piloto, elemento 8.	127
Figura B.17 : Evaluación doble cierre –Tapa para muestreo piloto, elemento 9...	128
Figura B.18 : Evaluación doble cierre –Fondo para muestreo piloto, elemento 9.	129
Figura B.19 : Evaluación doble cierre –Tapa para muestreo piloto, elemento 10.	130
Figura B.20 : Evaluación doble cierre –Fondo para muestreo piloto, elemento 10.....	131

Contenido	Pág.
Figura B.21 : Evaluación doble cierre –Tapa para muestreo de verificación, elemento 1.....	132
Figura B.22 : Evaluación doble cierre - Fondo para muestreo de verificación, elemento 1.....	133
Figura B.23 : Evaluación doble cierre –Tapa para muestreo de verificación, elemento 2.....	134
Figura B.24 : Evaluación doble cierre – Fondo para muestreo de verificación, elemento 2.....	135
Figura B.25 : Evaluación doble cierre –Tapa para muestreo de verificación, elemento 3.....	136
Figura B.26 : Evaluación doble cierre – Fondo para muestreo de verificación, elemento 3.....	137
Figura B.27 : Evaluación doble cierre –Tapa para muestreo de verificación, elemento 4.....	138
Figura B.28 : Evaluación doble cierre – Fondo para muestreo de verificación, elemento 5.....	139
Figura B.29 : Evaluación doble cierre –Tapa para muestreo de verificación, elemento 5.....	140
Figura B.30 : Evaluación doble cierre – Fondo para muestreo de verificación, elemento 6.....	141
Figura B.31 : Evaluación doble cierre –Tapa para muestreo de verificación, elemento 6.....	142
Figura B.32 : Evaluación doble cierre – Fondo para muestreo de verificación, elemento 2.....	143
Figura B.33 : Sacador de pestana.....	144
Figura B.34 : Medidor de pestana-Tapa.....	144
Figura B.35 : Balanza empleado para determinar el peso del compuesto.....	145
Figura B.36 : Profundimetro.....	145
Figura B.37 : Calibrador digital.....	146
Figura B.38 : Micrómetro plano digital.....	146
Figura B.39 : Medidor de longitud digital.....	147
Figura B.40 : Medidor de escuadra.....	147
Figura B.41 : Medidor de pestana-cuerpo.....	148
Figura B.42 : Equipos de medición parámetros doble cierre.....	148

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En esta sección se presenta de forma detallada las condiciones a partir de las cuales se inicia el trabajo de investigación y las condiciones finales que se persiguen con este, al plantear la situación actual, situación deseada, los objetivos perseguidos y la justificación de dicha investigación.

I.1. HISTORIA DE LA EMPRESA

ENVASES VENEZOLANOS S.A., se fundó el 11 de diciembre de 1952 con el objeto de fabricar y vender envases de acero para satisfacer las necesidades de la creciente industria venezolana, ya que hasta esa fecha, la mayoría de estos envases se importaban de otros países.

En noviembre de 1953 se inician las actividades de la planta instalada en Maracay, Estado Aragua, con la asistencia de American Can Company. Esta etapa se caracterizó por la fabricación de cuerpos de los envases. Las tapas y los fondos, así como el material litográfico, eran importados. Para los inicios de 1954, se llega a un nivel adecuado de productividad y se emplean 84 trabajadores para producir envases de cerveza, sardinas y néctares.

En 1958, se desarrollan las primeras instalaciones para producir localmente tapas y fondos logrando así integrar totalmente la producción. Entre 1960 y 1970, se diversificaron los tipos de envases a producir y se instalaron equipos para extender la capacidad de producción de envases de néctares, leche, pasta de tomate, aceite de motor, jamón, galón de pintura, envases rectangulares para carne, aerosoles, envases para ceras e insecticidas y abre-fácil para refrescos y cervezas, así como la instalación de equipos de foto-litografía.

Comenzando la década de 1970, se hacen instalaciones sofisticadas que permiten producir envases para refrescos y cerveza, utilizando materias primas más

económicas, como acero cromado en lugar de estañado; asimismo, se comienza a fabricar abre- fácil de aluminio.

A mediados de 1978, el Grupo **ENVASES VENEZOLANOS S.A.**, decide llevar a cabo un proyecto para la fabricación de envases de dos piezas con tapa abre-fácil para cerveza, malta y refrescos, utilizando la tecnología más avanzada. Dicho proyecto es ejecutado por su subsidiaria Envases Aragua, MAV, C.C.S., bajo la supervisión de American National Can Company. Este proyecto se culmina en 1980, fecha en la cual inicia operaciones.

Por otra parte, el grupo **ENVASES VENEZOLANOS S.A.** cuenta con la planta de Vidrios Domésticos, MAV, C.C.S., que se dedica a la transformación de materias primas en vidrios y la manufactura de éste en objetos de diversas formas. Se diseñó y puso en marcha el proyecto de modernización de Vidrios Domésticos, MAV, C.C.S., el cual incluyó la reconstrucción del horno, adquisición de una línea de producción y una nueva marcha de decoración, así como molderías. Dicha inversión fue concluida en 1993.

Actualmente, **ENVASES VENEZOLANOS S.A.** forma parte operativa del Grupo **ENVASES VENEZOLANOS S.A.** y se dedica a la fabricación de envases y tapas litografiadas o no para productos alimenticios, siendo su principal cliente Alimentos Polar Comercial, y para productos industriales como pinturas y solventes siendo su principal cliente Solintex (Envases Venezolanos S.A., 2012)

I.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de los actuales productos de la planta de Envases de hojalata se encuentra la fabricación de las latas rectangulares de cinco (5) galones destinadas a la industria alimentaria, la cual es producida por “Líneas Generales”; una línea cuya reciente ubicación fue en las instalaciones de Envases Venezolanos, S.A. (Enero del 2012; anteriormente operaba en otra localidad) e inclusión de nueva maquinaria y redistribución de la existente, exige la definición de estándares de procesos para cumplir con las normativas requeridas dentro de lo que es el marco de certificación ISO-9000 otorgado por el ente acreditado BUREAU VERITAS CERTIFICATION.

Actualmente se dispone de información de características de calidad para “Líneas Generales” solo en las etapas finales de conformación tapa y conformación fondo, atribuido a estudios que no han tomado en consideración los cambios ocurridos en esta línea hasta la presente fecha y correspondiendo estos básicamente a la referencia de latas circulares. Bajo esta condición las medidas para evitar la fabricación de producto no conforme son netamente correctivas y no preventivas, ocasionando para la empresa niveles de pérdida que pudieran ser reducidos a valores inferiores.

De igual forma la documentación en el sistema de gestión de la calidad asociado a esta línea de producción se encuentra desactualizada, acarreando consigo la disponibilidad de información de soporte inadecuada que a su vez se traduce en deficiencias en la replicación a través del tiempo de actividades efectivas y acertadas en la fabricación de las latas rectangulares.

I.3. ALCANCE

El alcance incluirá la identificación de la condición actual del proceso (capacidad del proceso en cada etapa) y el establecimiento y/o actualización de las características de calidad en cada una de las etapas de producción de “Líneas Generales” con la finalidad de garantizar la producción de latas bajo especificaciones y con condiciones controladas de proceso; además, poseer herramientas de verificación que permitan identificar a tiempo (con poca generación de producto no conforme) cuando el proceso apunta a una condición fuera de control.

Finalmente se desea poseer documentación actualizada concerniente al Sistema de Gestión de la Calidad alusiva a esta línea de producción.

I.4. LIMITACIONES

La limitación principal obedecerá a posibles grandes tamaños de muestras necesarios para el desarrollo de la investigación que comprometan gran parte de la producción, ya que algunas pruebas son destructivas, estando esto directamente

relacionado con las tolerancias sumamente estrictas que se poseen como referencia para latas circulares emitidas por la American Can Company en cuanto a las características de calidad y que serán empleadas en este estudio para latas rectangulares de cinco (5) galones.

I.5. OBJETIVOS

I.5.1. OBJETIVO GENERAL

Diagnosticar la condición estadística de la línea de envases rectangulares de cinco (5) galones de ENVASES VENEZOLANOS, S.A.

I.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.-** Describir la condición actual del proceso productivo de la línea de envases rectangulares de cinco (5) galones.
- 2.-** Definir características de control de calidad de proceso en cada etapa de la línea productiva de envases rectangulares de cinco (5) galones.
- 3.-** Evaluar la capacidad del proceso de la línea de envases rectangulares de cinco (5) galones condicionado a la existencia del control estadístico en dicha línea.
- 4.-** Actualizar los cambios generados en el sistema documental de Envases Venezolanos, S.A.

I.6. JUSTIFICACIÓN

Calidad es un concepto que incluye adecuación al uso y satisfacción al cliente; siendo esto, junto con otros elementos (en términos de monitoreo de características en líneas productivas) el resultado de contar con un valor numérico de cumplimiento de las variables del proceso resultando entonces en el cumplimiento de las especificaciones. En el caso de Líneas Generales las características de control deben ser definidas y/o actualizados en vista de las variantes introducidas en esta línea productiva, de tal forma que la calidad del producto no quede supeditada a una prueba final (prueba hidrostática) siendo este el criterio existente para sospechar que algún punto del

proceso está fuera de control cuando todo aparentemente está en “buen funcionamiento”, momento en el cual ya podrían haberse generado muchas unidades no conformes, aumentando de forma considerable las pérdidas por material no conforme en el proceso.

“Líneas Generales” de Envases Venezolanos produce en promedio: 180 latas/hora, operando en dos turnos de 8 horas cada uno y 5 días a la semana, lo que se traduce en 14.400 latas por semana. Dentro de la producción semanal de Líneas Generales se estima que el material no conforme corresponde a 300 latas por semana, es decir, un porcentaje de pérdida del 2,1% respecto a la producción total.

Para solventar la condición de una pérdida sujeta a disminución de la misma, se plantea la aplicación de herramientas de control estadístico en cada una de las etapas del proceso (Statistic process control; SPC, por sus siglas en inglés), identificando así de forma oportuna cuando el proceso tienda a la generación de producto no conforme. Dentro de estas herramientas destacan las gráficas de control, las cuales permitirán definir los límites de control de las características de la calidad que de forma obvia estarán dentro de la banda de especificaciones definidas por el cliente, de tal forma que indiquen alertas cuando existan desviaciones en la media del mismo, evitándose así la generación de elementos fuera de las condiciones necesarias en cada etapa, que a simple vista no puedan identificarse y que resultan en gran cantidad de material no conforme.

La presente investigación fijará precedentes en la empresa en cuanto a aplicación de herramientas de control estadístico de procesos y los pasos que se deben seguir para ser aplicados estos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

En esta sección se presenta un resumen de las investigaciones que sirvieron de base para el desarrollo de ciertos aspectos en este trabajo especial de grado; y de igual forma se exponen las bases teóricas que sustentan el desarrollo del mismo.

II.1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

II.1.1. Conceptos básicos

- **Control estadístico de procesos:** Para que un producto cumpla con los requerimientos del cliente generalmente deberá fabricarse con un proceso que sea estable y repetible. Para ser más específicos, es necesario que el proceso opere con poca variabilidad en las dimensiones objetivo o nominales de las características de calidad del producto. El control estadístico de procesos (SPC, por sus siglas en inglés) es un conjunto poderoso de herramientas para resolver problemas, muy útil para conseguir la estabilidad y mejorar la capacidad del mismo proceso mediante la reducción de la variabilidad.

El SPC puede aplicarse a cualquier proceso. Sus siete herramientas principales son:

1. El histograma de frecuencia o diagrama de tallo y hoja.
2. La Hoja de verificación.
3. La gráfica de Pareto.
4. El diagrama de causa y efecto.
5. El diagrama de concentración de defectos.
6. El diagrama de dispersión.
7. La carta de control.

Aun cuando estas herramientas, llamadas con frecuencia “las siete magnificas”, son una parte importante del SPC, comprende tan solo sus aspectos técnicos. El SPC crea un ambiente en el que todos los individuos de una organización deseen el mejoramiento

continuo de la calidad y la productividad. Este ambiente se desarrolla mejor cuando la administración se involucra en un proceso de mejoramiento de calidad continuo. Una vez que se establecen estas condiciones la aplicación rutinaria de las siete se convierte en un aspecto habitual de hacer negocios, y la organización se encuentra en una posición para alcanzar sus objetivos de mejoramiento de la calidad.

En el contexto de control estadístico de la calidad a un proceso con variación natural se le denomina “sistema estable de causas fortuitas”. Se dice que un proceso que opera únicamente con causas fortuitas de variación está bajo control estadístico. En otras palabras, las causas fortuitas son parte inherente del proceso.

En ocasiones puede estar presente otra clase de variabilidad a la salida de un proceso. Esta variabilidad en las características claves de la calidad se originan de tres fuentes: maquinas ajustadas o controladas incorrectamente, errores del operador, o materia prima defectuosa. Se dice que un proceso que opera en presencia de este tipo de causas llamadas asignables esta fuera de control.

Uno de los objetivos principales del control estadístico de procesos es detectar con rapidez la ocurrencia de causas asignables en el corrimiento del proceso a fin de hacer la investigación pertinente y emprender las acciones correctivas antes de que se fabriquen muchas unidades disconformes. La carta de control es una técnica de monitoreo de procesos en línea que se usa ampliamente para este fin. Las cartas de control también pueden usarse para estimarse los parámetros de un proceso de producción y para determinar con esta información la capacidad del proceso. Asimismo, la carta de control puede ofrecer información útil para mejorar el proceso. Por último recuerde que la meta última del control estadístico de procesos es eliminar la variabilidad del proceso.

- **Diagrama de causa y efecto:** Una vez que un defecto error o problema se ha identificado y aislado para estudio adicional, es necesario empezar a analizar las causas potenciales de este defecto indeseable. En situaciones en que las causas no son obvias (a veces no lo son), el diagrama de causa y efecto es una herramienta

formal que con frecuencia es de utilidad para dilucidar las causas potenciales. Los pasos para la construcción de un diagrama de causa y efecto son los siguientes:

1. Definir el problema o efecto que va a analizarse.
2. Formar el equipo para realizar el análisis. Con frecuencia el equipo descubrirá las causas potenciales mediante el procedimiento de lluvia de ideas (brainstorming).
3. Trazar el rectángulo del efecto y la línea central.
4. Especificar las categorías principales y anexarlas como rectángulos conectados con la línea central.
5. Identificar las causas posibles y clasificarlas dentro de las categorías del paso 4. De ser necesario, crear nuevas categorías.
6. Clasificar las causas para identificar las que parezcan tener mayor posibilidad de incidir en el problema.
7. Empezar una acción correctiva.

- **Distribución de frecuencia y el histograma:** Una distribución de frecuencia es un arreglo de los datos por orden de magnitud. Es un resumen más compacto que un diagrama de tallo y hoja. La graficación de las frecuencias observadas en un fenómeno contra los valores que adquiere la variable de dicho fenómeno es lo que se conoce como histograma de frecuencia. En esta representación gráfica la altura de cada barra es la frecuencia con la que ocurre el evento adquiriendo un valor específico. El histograma es una representación gráfica de los datos en la que es más sencillo ver tres propiedades: 1. Forma, 2. Localización o tendencia central, 3. Dispersión o expansión.

- **Carta de control:** La carta de control es una representación gráfica de una característica de la calidad que se ha medido o calculado a partir de una muestra contra el número de muestra o el tiempo. La carta contiene una línea central que representa el valor promedio de la característica de la calidad que corresponde al estado bajo control. (Es decir, cuando están únicamente presentes causas fortuitas.) También se muestran

en la carta otras dos líneas horizontales, llamadas el límite de control superior (UCL, por sus siglas en inglés) y el límite de control inferior (LCL, por sus siglas en inglés). Estos límites de control se eligen de tal modo que si el proceso está bajo control, casi todos los puntos muestrales se localizan entre ellos. En tanto los puntos graficados se localicen dentro de los límites de control, se supone que el proceso está bajo control y no es necesaria ninguna acción. Sin embargo, un punto que se localiza fuera de los límites de control se interpreta como evidencia de que el proceso se encuentra fuera de control, y se requiere investigación y acción correctiva para encontrar y eliminar la causa o causas asignables responsables de este comportamiento. Se acostumbra unir los puntos muestrales de la carta de control con segmentos de recta, a fin de facilitar la visualización de la evolución con el tiempo de la secuencia de puntos.

Incluso cuando todos los puntos se localizan dentro de los límites de control, si se comportan en una manera sistemática o no aleatoria, esto podría ser un indicio de que el proceso está fuera de control.

Las cartas de control pueden clasificarse en dos tipos generales. Si la característica de la calidad puede medirse y expresarse como un número en una escala de medición continua, suele llamársele una variable. En tales casos, es conveniente describir la característica de la calidad con una medida de tendencia central y una medida de la variabilidad. A las cartas de control para la tendencia central y la variabilidad se les llama en conjunto cartas de control de variables. La carta $\bar{x}$ es la carta de uso más común para controlar la tendencia central, mientras que las cartas basadas en el rango muestral o en la desviación estándar muestral se usan para controlar la variabilidad del proceso. Muchas características de la calidad no se miden en una escala continua o si quiera en una escala cuantitativa. En estos casos cada unidad del producto puede juzgarse como conforme o disconforme con base en si posee o no ciertos atributos, o puede contarse el número de disconformidades (defectos) que aparecen en una unidad del producto. A las cartas de control para estas características de la calidad se les llama carta de control de atributos.

- **Elección de los límites de control:** La especificación de los límites de control es una de las decisiones críticas que deben tomarse al diseñar una carta de control.

Cuando los límites de control se alejan más de la línea central, se reduce el riesgo de un error tipo I; es decir, el riesgo de que un punto se localice fuera de los límites de control, indicando una condición fuera de control cuando no está presente ninguna causa asignable. Sin embargo al ensanchar los límites de control se incrementara también el riesgo del error tipo II; es decir, el riesgo de que un punto se localice dentro de los límites de control cuando el proceso en realidad está fuera de control. Si los límites de control se colocan más cerca de la línea central se produce el efecto contrario: el riesgo del error tipo I se incrementa, mientras que el riesgo del error tipo II se reduce.

Independientemente de la distribución de la característica de la calidad, en Estados Unidos es una práctica común determinar los límites de control como un múltiplo de la desviación estándar del estadístico graficado en la carta. El múltiplo que se elige generalmente es 3; por tanto, se acostumbra emplear límites 3 sigma en las cartas de control, independientemente del tipo de carta empleada. En el Reino Unido y algunas partes de Europa Occidental se usan los límites de probabilidad, siendo la probabilidad estándar 0,001.

De manera típica, se justifica el uso de los límites de control 3 sigma con base en que dan buenos resultados en la práctica. Además, en muchos casos, la verdadera distribución de la característica de la calidad no se conoce con la suficiente precisión para calcular límites de probabilidad exactos. Si la distribución normal es una aproximación razonable de la distribución de la característica de la calidad, entonces habrá poca diferencia entre los límites 3 sigma y los de probabilidad 0,001.

- **Tamaño de la muestra y frecuencia de muestreo para cartas de control:** Para diseñar las cartas $\bar{x}$ y R, debe especificarse el tamaño de la muestra, la anchura de los límites de control y la frecuencia del muestreo que van a usarse. No es posible ofrecer una solución exacta del problema del diseño de las cartas de control, a menos que el analista disponga de información detallada acerca de las características estadísticas de las pruebas de la carta de control y de los factores económicos que afectan el problema. Una solución completa del problema requeriría conocer el costo del muestreo, los costos de la investigación y posible corrección del proceso en

respuestas a las señales de fuera de control, y los costos asociados con la producción de un producto que no cumple con las especificaciones. Dada esta clase de información, podría construirse un modelo de decisión económica que permitiría el diseño de la carta de control óptima desde el punto de vista económico.

Si la carta $\bar{x}$ se está usando principalmente para detectar corrimientos de moderados a grandes en el proceso (por ejemplo, en el orden 2σ o mayores), entonces las muestras pequeñas de tamaño $n=4, 5$ o 6 son razonablemente efectivas. Por otra parte, si se está intentando detectar cambios pequeños entonces se necesitarán tamaños de la muestra más grandes de posiblemente $n=15$ a $n=25$. Cuando se utilizan los tamaños de la muestra más pequeños es menor el riesgo de que ocurra un corrimiento en el proceso mientras se toma la muestra. Si ocurre un corrimiento mientras se toma la muestra, el promedio muestral puede ocultar este efecto. Por consiguiente, este es un argumento para usar el tamaño de muestra menor que sea consistente con la magnitud del corrimiento en el proceso que se está intentando detectar. Una alternativa para el incremento del tamaño de la muestra es usar límites de advertencia y otros procedimientos de sensibilidad a fin de fortalecer la habilidad de la carta de control para detectar corrimientos pequeños en el proceso.

La carta R es relativamente insensible a los corrimientos en la desviación estándar del proceso para muestras pequeñas. Por ejemplo, muestras de tamaño $n=5$ tienen tan una probabilidad aproximada del 40% de detectar en la primera un corrimiento en la desviación estándar del proceso de σ a 2σ . Las muestras más grandes parecerían ser más efectivas, pero se sabe también que la eficiencia del método del rango para estimar la desviación estándar disminuye dramáticamente cuando n se incrementa.

El problema de elegir el tamaño de la muestra y la frecuencia del muestreo es un esfuerzo de asignación de muestreo. En general, el responsable de tomar la decisión contará tan solo con un número limitado de recursos para la asignarlos al proceso de inspección. Las estrategias disponibles serán en general tomar muestras pequeñas y frecuentes o bien tomar muestras más grandes con menor frecuencia. Por ejemplo, la elección puede ser entre muestras de tamaño 5 cada media hora o muestras de tamaño 20 cada dos horas. Es imposible decir cuál de las dos estrategias es la mejor en todos

los casos, pero la práctica actual en la industria se inclina por las muestras pequeñas y frecuentes.

- **Fundamento estadístico de las cartas de control $\bar{x}$ y R:** Suponiendo que una característica de la calidad tiene una distribución normal con media μ y desviación estándar σ , donde tanto μ como σ son conocidas. Si $x_1, x_2, \dots, x_n$ es una muestra de tamaño n , entonces el promedio de esta muestra es:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (II.1) \quad (\text{Montgomery, 2008})$$

Y se sabe que $\bar{x}$ sigue una distribución normal con media μ y desviación estándar $\sigma_{\bar{x}} = \sigma/\sqrt{n}$. Además, la probabilidad es de $1-\alpha$ para que cualquier media muestral se localice entre

$$\mu + z_{\alpha/2}\sigma_{\bar{x}} = \mu + z_{\alpha/2}\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad \text{y} \quad \mu - z_{\alpha/2}\sigma_{\bar{x}} = \mu - z_{\alpha/2}\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (II.2) \quad (\text{Montgomery, 2008})$$

Por lo tanto, si μ y σ son conocidas, las ecuaciones II.2 podrían usarse como límites de control superior e inferior en una carta de control para las medias muestrales, como se señaló anteriormente se acostumbra a sustituir $z_{\alpha/2}$ con 3, a fin de trabajar con límites tres sigma. Si la media de una muestra se localiza fuera de estos límites, se trata de un indicio de que la media del proceso ha dejado de ser igual a μ .

Se ha supuesto que la distribución de la característica de la calidad es normal. Sin embargo, los resultados anteriores siguen siendo aproximadamente válidos incluso cuando la distribución fundamental no es normal, debido al teorema del límite central.

En la práctica, generalmente no se conocen los valores de μ y σ . Por lo tanto, deben estimarse a partir de muestras o subgrupos preliminares tomados cuando se consideran que el proceso está bajo control. En general, estas estimaciones deberán basarse en al menos 20 o 25 muestras. Suponer que se cuenta con m muestras, cada una de las cuales contiene n observaciones de la característica de la calidad. De manera típica, n será pequeña, con frecuencia ya sea 4, 5 o 6. Estos tamaños pequeños de la muestra suelen resultar de la construcción de subgrupos racionales y del hecho de que los costos de muestreo e inspección asociados con la medición de las

variables por lo general son relativamente altos. Sean $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_m$ los promedios de cada muestra, entonces el mejor estimador de μ , es el gran promedio; por ejemplo,

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_m}{m} \quad (11.3) \quad (\text{Montgomery, 2008})$$

Por tanto, $\bar{\bar{x}}$ se usaría como la línea central (CL, por sus siglas en ingles) en la carta $\bar{x}$.

Para construir los límites de control, es necesaria una estimación de la desviación estándar σ . Recordar que una de las formas de estimar σ es a través del método del rango. Si $x_1, x_2, \dots, x_n$ es una muestra de tamaño n , entonces el rango de la muestra es la diferencia entre las observaciones menor y mayor; es decir,

$$R = x_{\max} - x_{\min} \quad (11.4) \quad (\text{Montgomery, 2008})$$

Sea $R_1, R_2, \dots, R_m$ los rangos de las muestras. El rango promedio es

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_m}{m} \quad (11.5) \quad (\text{Montgomery, 2008})$$

Ahora pueden darse las formulas para construir los limites de control de la carta $\bar{x}$. Estos son los siguientes:

$$\left. \begin{aligned} UCL &= \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R} \\ \text{línea central} &= \bar{\bar{x}} \\ LCL &= \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R} \end{aligned} \right\} \quad (11.6) \quad (\text{Montgomery, 2008})$$

Los valores de la constante A_2 dependerán del tamaño de la muestra.

La variabilidad del proceso puede monitorearse graficando los valores del rango muestral R en una carta de control. La línea central y los límites de control de la carta R son los siguientes:

$$\left. \begin{aligned} UCL &= D_4 \bar{R} \\ \text{línea central} &= \bar{R} \end{aligned} \right\} \quad (11.7) \quad (\text{Montgomery, 2008})$$

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

Los valores para las constantes D_3 y D_4 también dependerán del tamaño de la muestra.

- **Límites de control de prueba:** Cuando se utilizan muestras preliminares para construir las cartas de control $\bar{x}$ y R , se acostumbra tratar los límites de control obtenidos de las II.6 y II.7 como límites de control de prueba. Permiten determinar si el proceso se encontraba bajo control cuando se seleccionaron las m muestras iniciales. Para probar la hipótesis de control pasado, se grafican los valores de $\bar{x}$ y R de cada muestra en las cartas y se analiza las representaciones resultantes. Si todos los puntos se localizan dentro de los límites de control y no es evidente ningún comportamiento sistemático, se concluye entonces que el proceso estaba bajo control en el pasado, y los límites de control de prueba son apropiados para controlar la producción actual o futura. En ocasiones se hace referencia a este análisis de datos pasados como un análisis de fase 1. Es altamente deseable contar con 20 o 25 muestras o subgrupos de tamaño n (típicamente el valor de n está entre 3 y 5) para calcular los límites de control de prueba. Es posible, desde luego, trabajar con menos datos, pero los límites de control no son tan confiables.

Suponer que uno o más de los valores de $\bar{x}$ o de R se localizan fuera de control cuando se comparan con los límites de control de prueba. Evidentemente, si los límites de control para la producción actual o futura deben ser significativos, deben basarse en datos de un proceso que esté bajo control. Por lo tanto, cuando la hipótesis del control pasado se rechaza, es necesario revisar los límites de control de prueba. Esto se hace examinando cada uno de los puntos fuera de control y buscando una causa asignable. Si no se encuentra una causa asignable el punto se descarta y los límites de control de prueba se calculan de nuevo utilizando únicamente los puntos restantes. Después estos puntos restantes vuelven a examinarse para el control. (Observe que los puntos que inicialmente estaban bajo control quizá ahora estén fuera de control, ya que por lo general los nuevos límites de control de prueba serán más estrechos que los anteriores.) Este proceso se continúa hasta que todos los puntos se localicen bajo control, punto en el cual los límites de control de prueba se adoptan para uso actual.

En algunos casos, quizá no sea posible encontrar una causa asignable para un punto que se localiza fuera de control. Hay dos cursos de acción posibles. El primero es eliminar el punto, como si se hubiera encontrado una causa asignable. No existe ninguna justificación analítica para elegir esta acción, de no ser que los puntos que están fuera de los límites de control posiblemente se hayan sacado de una distribución de probabilidad característica de un estado fuera de control. La alternativa es conservar el punto (o puntos) considerando los límites de control como apropiados para el control actual. Desde luego, si el punto en realidad representa una condición fuera de control, los límites de control resultarían ser muy anchos. Sin embargo, si solo hay uno o dos de estos puntos, esto no distorsionará significativamente la carta de control. Si muestras futuras continúan indicando control, entonces los puntos no explicados probablemente pueden omitirse sin peligro.

- **Calculo de la capacidad del proceso:** El índice de capacidad del proceso es una medida de la habilidad del proceso para fabricar productos que cumplen con las especificaciones

Una de las formas de expresar la capacidad del proceso es en términos del índice de capacidad del proceso (PCR, por sus siglas en inglés) C_p que para una característica de la calidad con límites tanto superior como inferior de la especificación (USL y LSL, respectivamente) es:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (11.8) \quad (\text{Montgomery, 2008})$$

Obsérvese que la extensión 6σ del proceso es la definición básica de la capacidad del proceso. Puesto que por lo general σ es desconocida, debe sustituirse con una estimación. Se usa con frecuencia $\hat{\sigma} = \bar{R}/d_2$ como estimación de σ , de donde se obtiene la estimación $\hat{C}_p$ de C_p .

El C_p tiene otra interpretación. La cantidad

$$P = \left(\frac{1}{C_p} \right) 100\% \quad (11.9) \quad (\text{Montgomery, 2008})$$

Es simplemente el porcentaje de la banda de las especificaciones que utiliza el proceso.

En la figura 2.1 se ilustran tres casos de interés respecto del C_p y las especificaciones del proceso. En la figura 2.1a el C_p es mayor que la unidad. Esto significa que el proceso utiliza mucho menos del 100% de la banda de tolerancia. Por consiguiente, en este proceso se producirá un número relativamente reducido de unidades disconformes. En la figura 2.1b se muestra un proceso para el que $C_p=1$; es decir, el proceso utiliza toda la banda de tolerancia. Para una distribución normal esto

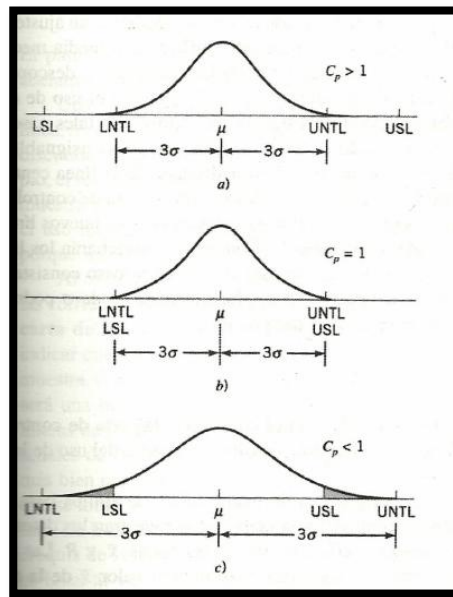


Figura 2.1: La porción caída del proceso y el índice de capacidad del proceso.

implicaría cerca del 0,27% (o 2700ppm) de unidades disconformes. Por último, en la figura 2.1c se presenta un proceso para el que el $C_p < 1$; es decir, el proceso utiliza más del 100% de la banda de tolerancia. En este caso el proceso es muy sensitivo al rendimiento, y se producirán un gran número de unidades disconformes.

Obsérvese que en todos los casos de la figura 2.1 se supone que el proceso está centrado en el punto medio de la banda de las especificaciones. En muchas situaciones no es este el caso y es necesaria cierta modificación del C_p para describir esta situación de manera adecuada.

Las ecuaciones anteriores suponen un proceso que tiene un límite superior e inferior de especificación. Para especificaciones unilaterales, los PCR se definen como sigue.

$$C_{pu} = \frac{USL - \mu}{3\sigma} \text{ (sólo especificación superior) (II.10)} \quad (\text{Montgomery, 2008})$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \text{ (sólo especificación inferior) (II.11)} \quad (\text{Montgomery, 2008})$$

Las estimaciones $\hat{C}_{pu}$ y $\hat{C}_{pl}$ se obtienen sustituyendo μ y σ en las ecuaciones anteriores con las estimaciones $\hat{\mu}$ y $\hat{\sigma}$, respectivamente.

El índice de capacidad del proceso no toma en consideración donde se localiza la media del proceso respecto de las especificaciones. El C_p simplemente mide la extensión de las especificaciones en comparación con la dispersión 6σ del proceso. Cuando se está en presencia de un proceso descentrado respecto de las especificaciones la capacidad del mismo puede reflejarse con mayor precisión definiendo un nuevo índice de capacidad:

$$C_{pk} = \min (C_{pu}, C_{pl}) \text{ (II.12)} \quad (\text{Montgomery, 2008})$$

Obsérvese que C_{pk} es simplemente el PCR unilateral para el límite de la especificación más próximo al promedio del proceso.

Es común decir que el C_p del proceso mide la capacidad potencial del proceso mientras que C_{pk} mide la capacidad real del proceso.

- **Muestreo sistemático:** Cochran (1985) señala que este método de muestreo es muy diferente al muestreo aleatorio simple. Las N unidades de la población se enumeran de 1 a N en cierto orden. Para elegir una muestra de n unidades, se toma una unidad al azar entre las E primeras y luego las subsecuentes a intervalos de E

- **Tamaño de muestra para estimar el promedio poblacional:**

$$\hat{\mu}_y = \bar{y} \rightarrow N\left(\mu_y; \sigma_{\bar{y}}^2\right) \quad (\text{II.13}) \quad (\text{Mendell Hall, 1998})$$

Intervalo de confianza de 100(1-α)% para μ_y para $n \geq 30$

$$\bar{y} \pm t \sigma_{\bar{y}} \quad (\text{II.14}) \quad (\text{Mendell Hall, 1998})$$

Intervalo de confianza del 95% para μ_y es

$$\bar{y} \pm 1,96 \sigma_{\bar{y}}$$

Hay que definir el nivel deseado de confiabilidad con un grado de confianza dado. El tamaño de la muestra es función de la precisión “E” con una Confianza P_t

$$E = t \sigma_{\bar{y}} \quad (\text{II.15}) \quad (\text{Mendell Hall, 1998})$$

E= Límite deseado de error para la media estimada.

t = valor del desvío normal correspondiente a la probabilidad de confianza deseada

E está expresado en las mismas unidades de la variable

$$E = (t) \left(\sqrt{\frac{\sigma^{2*}}{n} (1-f)} \right) \quad (\text{II.16}) \quad (\text{Mendell Hall, 1998})$$

Despejando se obtiene **n** para estimar el promedio

$$n = \frac{t^2 \times N \times \sigma^2}{t^2 \times \sigma^2 + N \times E^2} \quad (\text{II.17}) \quad (\text{Mendell Hall, 1998})$$

Donde:

- n : Tamaño de muestra para la verificación (adim)
- t : Valor del desvío normal correspondiente a la probabilidad de confianza deseada (adim)
- N : Tamaño poblacional (adim)
- σ^2 : Varianza poblacional (acá se emplea el estimador insesgado S) (in^2)
- E : Error máximo permisible (in)

Para la conformación de envases metálicos, es necesario definir sus elementos y con gran detalle los términos que forman parte del doble cierre (mundolatas.com, 2012), a saber:

- **Doble cierre en envases metálicos:** Se define como “cierre” o “doble cierre”, el resultado de unir el extremo del cuerpo de un envase con su fondo o tapa. El cierre se obtiene curvando el ala del fondo alrededor de la pestaña del cuerpo, enganchándolas entre sí, hasta producir una unión hermética, tal como se muestra en la figura 1:

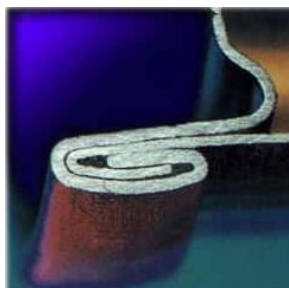


Figura: 2.2: Doble cierre en envases metálicos (mundolatas.com, 2012).

Esta unión emplea por tanto una técnica de engatillado o agrafado doble, es decir genera una doble pared de seguridad. Su objetivo es obtener una junta totalmente sellada.

Realizar un buen doble cierre es una condición esencial, necesaria pero no suficiente, para evitar la contaminación bacteriológica, la corrosión y la alteración del producto. Debe tener unas características mecánicas suficientes para soportar, en condiciones normales, el proceso de llenado, manipulación, transporte y almacenaje.

El mismo se lleva a cabo en unos equipos denominados cerradoras. De estas máquinas hay una gran variedad de diseños y capacidades, desde las más simples, de operación a mano, hasta las más complejas, automáticas a elevadas velocidades de producción.

- **Parámetros en el doble cierre:** A continuación se definen los diferentes términos técnicos que se emplean en la teoría del cierre. Se empieza por enumerar las partes del cuerpo del envase y del fondo que participaran en la confección del cierre.

A.- Cuerpo del envase: En la figura 2.3 se presentan estos elementos

Costura lateral: Unión lateral del cuerpo del envase, conseguida normalmente por soldadura eléctrica, aunque también puede conseguirse por un proceso de engatillado con aportación de un cemento termoplástico sellante.

Cuerpo: Parte cilíndrica, rectangular o irregular que forma las paredes del envase.

Pestaña: Reborde que presenta el cuerpo en cada uno de sus extremos. Está formada por una parte plana, casi perpendicular a la pared del cuerpo del envase, y un arco que une esta parte plana con dicho cuerpo

Radio de la pestaña: Radio del arco de la pestaña y que la une con el cuerpo.

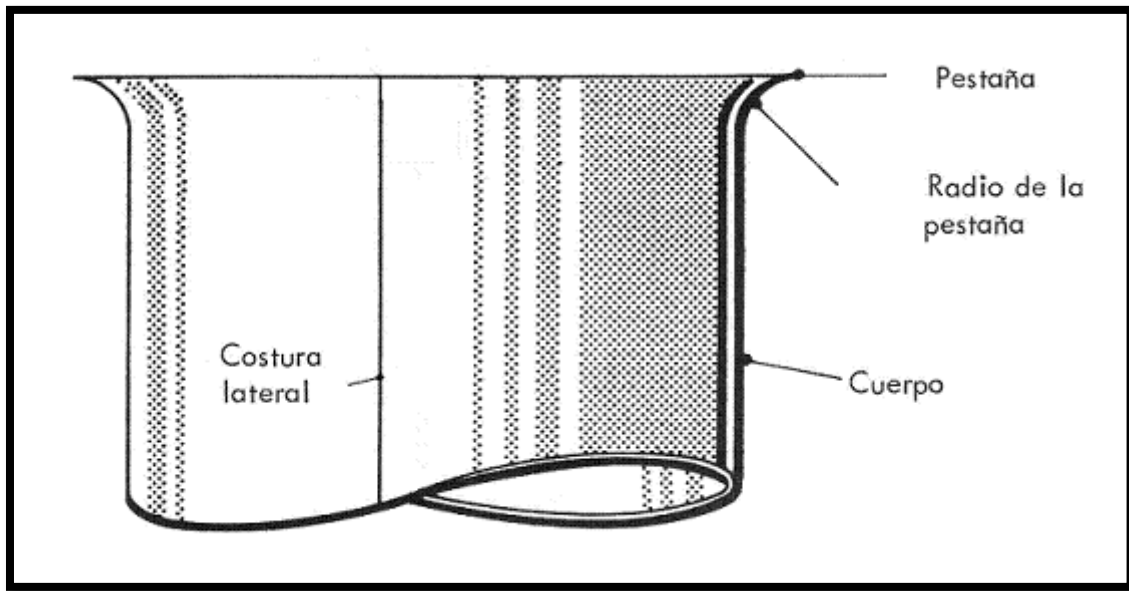


Figura 2.3: Elementos del cuerpo de la lata que forman parte del cierre
(mundolatas.com, 2012).

B.- Fondo del envase: En la figura 3 se plasman los componentes del fondo que participan en el cierre.

Ala del fondo: Porción exterior del fondo que se deforma durante la operación de cerrado y pasa a integrarse en el cierre.

Borde de rizo: Parte final del rizo. En el mismo siempre hay acero expuesto, que lo hace sensible a la oxidación.

Compuesto (o goma) sellante: Sustancia formulada a base de cauchos sintéticos, que facilita el hermético sellando del cierre. La misma va aplicada sobre la parte interna del ala del fondo.

Pared de la cubeta: Tabique lateral que delimita la cavidad del fondo, que permite alojar el mandril de cierre

Profundidad tapa: (e) Distancia entre la cumbre del ala (en el caso de fondo suelto), o del cierre (una vez efectuado el mismo) hasta el panel central del fondo. Se debe medir en el punto donde termina el radio de la cubeta del fondo.

Radio de la pared de la cubeta: Arco que enlaza la parte inferior de pared de la cubeta con el panel central del fondo

Radio del ala: Arco que enlaza la parte superior de la pared de la cubeta con el ala.

Rizo: Curvatura hacia dentro del extremo del ala del fondo. Durante el cierre, sirve para iniciar la formación del gancho de fondo.

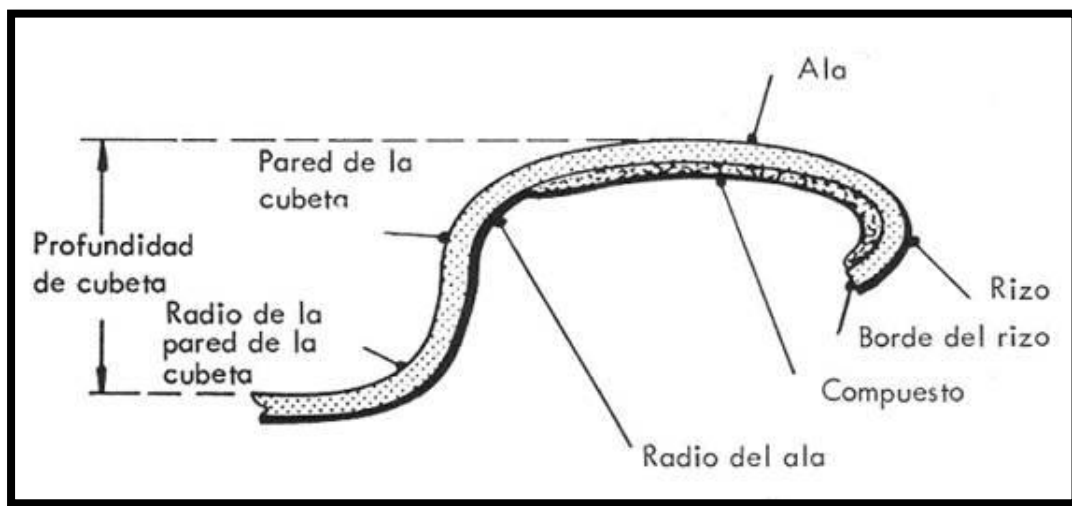


Figura 2.4: Componentes del fondo para el cierre (mundolatas.com, 2012).

Espesor del cierre: (h) Dimensión máxima del cierre medida en el sentido perpendicular al eje del envase. En él están contenidas las cinco capas de metal del cierre.

Falso cierre: Zona en la que algún tramo de los ganchos del cierre no están agrafados, aunque la apariencia sea de un cierre normal. Generalmente esto ocurre cuando las longitudes del gancho tapa y/o gancho cuerpo son cortas lo cual genera una distancia corta de traslape. Ver en la figura 4 la apariencia de un traslape adecuado.

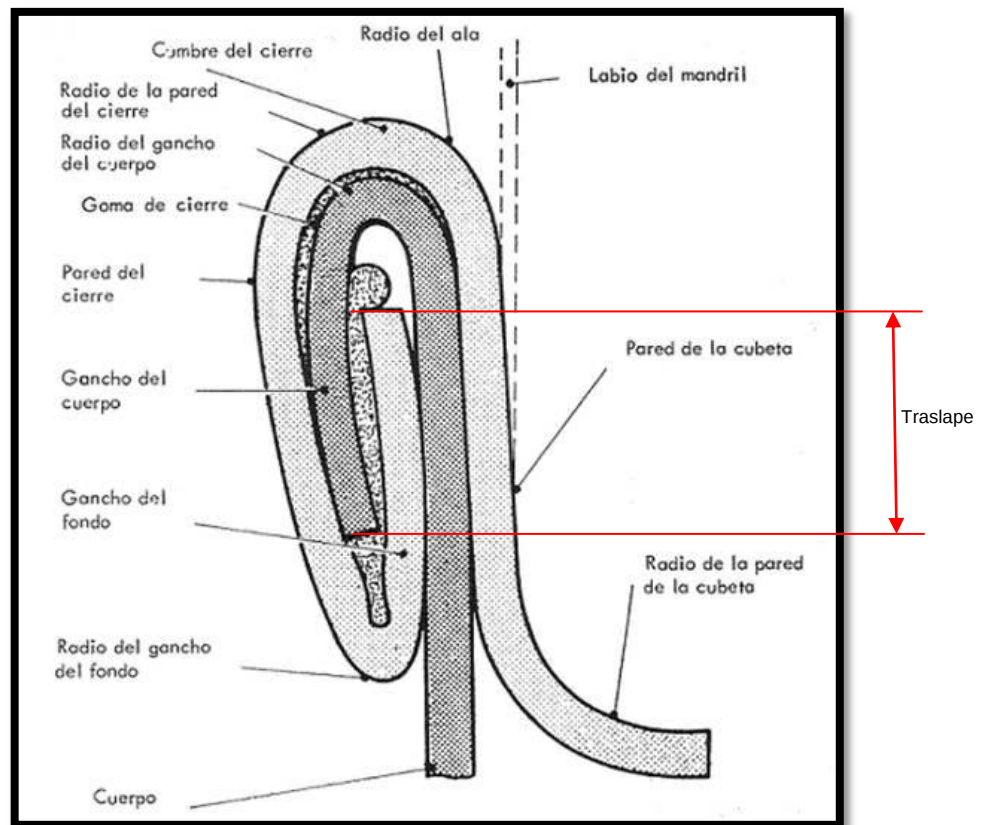


Figura 2.5: Terminología del cierre (mundolatas.com, 2012).

Gancho del cuerpo: (d) Porción de la pestaña del cuerpo que se dobla hacia abajo durante la formación del cierre.

Gancho tapa: (g) Parte del ala del fondo que se pliega durante el cierre para enlazarse con el gancho del cuerpo.

Longitud de cierre: (f) Distancia entre la cumbre y la base del cierre.

Parámetros críticos: Valores del doble cierre que deben ser satisfechos para lograr su aceptabilidad.

Pared del cierre: Parte más externa del cierre, formada por la cara exterior del gancho de fondo. Tiene la forma del perfil de la rulina de segunda operación, es decir de curva de amplio radio.

Penetración del gancho del cuerpo: (b/c) Relación entre la longitud del gancho del cuerpo y la longitud interna del cierre, expresada como porcentaje. Indica la cantidad del gancho del cuerpo que se ha clavado contra el compuesto o junta del fondo.

Presión (o apretado) del gancho del fondo: Altura de las ondulaciones presentes en el gancho del fondo, medida en % de la altura del gancho.

Solape (o traslape): (a) Es la magnitud de la superposición generada en el cierre entre el gancho del cuerpo y el gancho del fondo.

Los elementos del cierre que son magnitudes físicas – medidas de longitud – quedan reflejados en la figura 5, acotadas por medio de una letra definidas anteriormente.

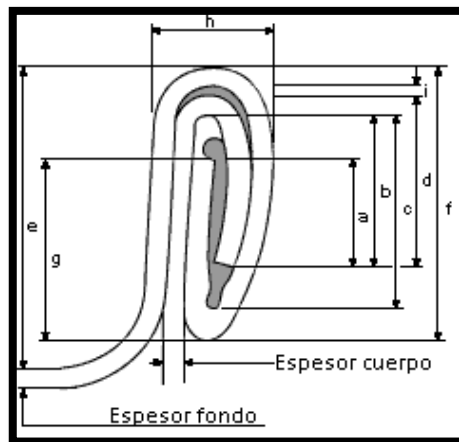


Figura 2.6: Cotas de las partes mensurables de un cierre, donde: (a) Traslape, (b y c) Penetración de ganchos, (d) Gancho cuerpo, (e) Profundidad tapa, (f) Longitud del cierre, (g) Gancho tapa y (h) Espesor del cierre. (mundolatas.com, 2012).

Índice de capacidad del proceso: Es una forma cuantitativa simple de expresar la capacidad del proceso, definida de la siguiente forma a través del comportamiento frente a los límites o especificaciones impuestas generalmente por el cliente. Estos valores de C_p pueden ser con especificación superior e inferior o unilateral.

II.2. ANTECEDENTES

Olivieri (2011), realizó una evaluación diagnóstica de la condición del proceso de producción de botellas PET NR para bebidas carbonatas en la presentación de 1,5 litros a través de herramientas estadísticas, posterior a la definición y comprensión de cada una de las etapas a través de la implementación de una matriz técnica de proceso. Adicionalmente discriminó las variables críticas sobre las cuales se harían los análisis respectivos a través de diagramas de Ishikawa. Finalmente presentó las posibles soluciones para reducir la variabilidad identificada en algunas etapas del proceso.

Capon y Rojas (2006), previo a la medición de la capacidad del proceso de Fabricación de cigarrillos en sus dos áreas: Primaria (acondicionamiento del tabaco) y secundaria (elaboración y empaque de cigarrillos) verificaron el supuesto de normalidad para cada una de las variables de estudio mediante la prueba de bondad de ajuste Chi-cuadrado obteniendo como resultado que para sus cinco variables críticas (humedad de la hebra, peso de los cigarrillos, circunferencia de los cigarrillos, porcentaje de ventilación de los cigarrillos y caída de presión de los cigarrillos) no existieron evidencias muestrales suficientes para rechazar la hipótesis nula de que la variable correspondiente en estudio se comportara como una variable normal de parámetros μ y σ^2 para un nivel de significación del 5%.

Castillo (2005), dentro de LABORATORIOS ASOCIADOS, C.A. desarrollo una investigación cuyo objetivo principal fue la reducción de la variabilidad en algunas etapas del proceso a través de la implementación de acciones correctivas, habiendo sido detectadas dichas variabilidades por la aplicación de herramientas de control estadístico de la calidad tales como gráficos de control para mediciones individuales y gráficos de rango móvil. Adicionalmente se determinaron los valores de Cp y Cpk del proceso; todo enmarcado bajo la metodología del ciclo de mejoramiento de Shewhart.

Hernández y Septien (2002), identificaron las causas principales de la variabilidad asociada en el proceso de fabricación de cemento plástico y pintura de

aluminio en la empresa IPA, Industrias Productos Asfálticos, a través de herramientas estadísticas como gráficos de control. Posterior a la implementación de acciones correctivas, los resultados de las mejoras fueron analizados a través de los índices de capacidad del proceso.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En esta sección se define el tipo de investigación y se presenta la metodología seguida para el logro de los objetivos establecidos, describiendo de forma general las actividades llevadas a cabo para el desarrollo integral de la investigación.

III.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación clasifica dentro del tipo: Investigación de Campo; ya que en ella se analiza de forma sistemática una situación real, con la finalidad de describirla e interpretar el comportamiento de la misma, obteniendo los datos de interés de forma directa de la situación o fenómeno en estudio.

El alcance de esta investigación categoriza a la misma como descriptiva, ya que la meta perseguida es manifestar la condición del proceso de “Líneas Generales” a través de la definición y caracterización de los parámetros de procesos en cada una de las etapas de esta línea de producción.

III.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LOS OBJETIVOS

Esta investigación fue llevada a cabo en las instalaciones de Envases Venezolanos, S.A.; específicamente en la línea productiva de Envases Metálicos rectangulares de cinco (5) Galones, línea que por su reubicación y adecuación de nueva maquinaria requirió ser evaluada en su totalidad y de esta forma alcanzar condiciones estandarizadas. La materia prima utilizada para la generación de estos envases son láminas de acero externamente litografiadas.

El desarrollo de la investigación contempló la siguiente secuencia de etapas para el logro satisfactorio de los objetivos:

III.2.1. Describir la condición actual del proceso productivo de la línea de envases rectangulares de cinco (5) galones.

- Recibir inducción en planta para identificar todas las etapas que conformen a Líneas Generales.

Se conoció cada una de las operaciones ejecutadas en Líneas Generales para así entender la secuencia lógica del proceso e identificar todas las variables implicadas en el mismo; solo de esta forma se tuvo criterio válido para identificar la realidad operativa, diagnosticando de forma clara y veraz la condición del proceso. La identificación de las operaciones en esta línea productiva conllevó de forma inmediata a la generación de un diagrama de bloques de la misma.

- Revisión de toda la documentación relacionada con Líneas Generales existente en el sistema documental de Envases Venezolanos, S.A.

Se chequeó toda la documentación existente relacionada con la línea productiva en estudio ya que de esta forma se conocieron detalles adicionales no mencionados en la inducción, además esto permitió saber cuan actualizados se encontraban dichos documentos, sabiendo que esto es de suma importancia ya que permite la replicación efectiva de condiciones de proceso al existir un estándar definido, empleando como instrumento la lista maestra de los documentos referentes a la "Líneas Generales".

- Revisión y actualización del diagrama de bloques del proceso de Líneas Generales. Con énfasis de actividad particular se analizó el diagrama de bloques del proceso existente contra el diagrama desarrollado con la información obtenida en los pasos anteriores, esto con fines de poseer un archivo fidedigno de las etapas sobre las cuales se delimitó el trabajo de investigación.

- Entrevistas con el personal operativo de líneas generales para validación del diagrama de bloques del proceso.

Finalmente se validó la actualización realizada sobre el diagrama de bloques con el Jefe y supervisores de línea, fungiendo éstos por su experiencia como autoridad validadora del resultado obtenido; de esta forma se tuvo una base sólida sobre la cual se inicio la definición y/o verificación de características de la calidad en las cuales será indispensable evidenciar un futuro control para la eficiente operación de la línea.

III.2.2.- Definir características de control de calidad de proceso en cada etapa de la línea productiva.

- Creación de matriz técnica de procesos.

Dentro de cada etapa presente en Líneas Generales se definió las variables pertinentes que sienten las bases para poder generar control estadístico de proceso, para este fin se empleará la Tabla 3.1. y se realizaron "Tormenta de ideas" (Montgomery, 2008) para obtener con ellas todas las variables del proceso incluyendo aquellas que hasta el momento no habían sido objeto de constantes mediciones ni control en la línea productiva.

Tabla 3.1: Matriz Técnica de Procesos

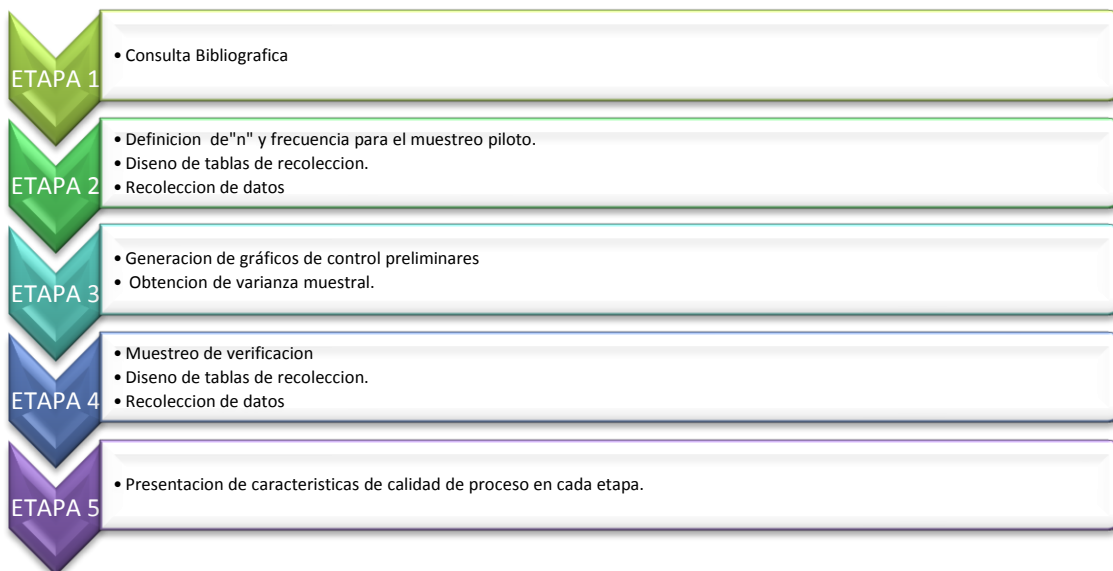
ETAPA	DESCRIPCION	RESPONSABLE DE MONITOREO	MEDIDAS CRITERIOS PARA EL CONTROL	REGISTROS	EQUIPOS	
					FORMACION	VERIFICACION
MODELO						

Fuente: Alexis Villamarin

- Una vez ejecutada la "Tormenta de ideas" se procedió a organizar la información a través de diagramas de Ishikawa ponderando (Montgomery, 2008), obteniendo como resultado la detección de puntos en los cuales se puedan emprender acciones correctivas asociadas a la posible variabilidad en las variables de salida presente en dicha etapa del proceso (enfoque preventivo)

- Diseño de muestreo.

Se generó un muestreo piloto partiendo de la premisa de no poseer varianza poblacional con la cual trabajar (condición obvia en características de la calidad que resulten necesarias considerar pero que no estén presentes en los chequeos de calidad rutinarios). En función de las características del proceso se definió tanto el tamaño como la frecuencia para este muestreo piloto, pero teniendo como alternativa en caso de que el tamaño de la muestra fuese muy grande, la redefinición de esta a través de niveles de confianza menos estrictos pero aceptables a efectos del riesgo que estuvo dispuesta a aceptar la empresa. Seguidamente se calculó la varianza muestral y se generarán gráficas de control preliminares que indicaron límites tentativos para el control de las características de calidad y de proceso, los cuales fueron verificados a través de los resultados obtenidos por el muestreo de verificación, de forma gráfica quedó estructurado a través del siguiente flujograma:



Para aplicar el muestreo de verificación sistemático se aleatorizo en función del tiempo, esto con fines de evitar complicaciones de identificación de la unidad que resulte necesaria tomar.

$$t_{n_i} = \frac{TPP}{n_{ver}} \quad (\text{III.1}) \quad (\text{Propia, 2014})$$

Donde: *TPP*, Tiempo de producción asociado al tamaño poblacional.

n_{ver}, Tamaño de muestra de verificación.

Ejemplo:

Tabla 3.2: Determinación de tamaño de muestra de verificación para la variable anchura en la etapa de conformación fondo.

TAMANO DE MUESTRA FINAL	
DESV EST	0.00460404
n	1.27180139
Error Max P	0,008
Error en %	5.60028001
t	1,96

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Observar que el “n” requerido es $1,27 \approx 2$ quedó definido por la variabilidad estimada que presenta esa población diaria y el error máximo que se está dispuesto a admitir. Por consiguiente se aleatorizó el tiempo correspondiente al primer elemento de la muestra (el tiempo asociado a la producción de las 2.880 latas diarias sin considerar arranque de línea, horas de descanso y paradas no previstas):

16 horas= 960 minutos, y ya que son 2 elementos los conformantes de la muestra se debió tomar el primero asociado a la primera mitad del día entre el minuto 1 y el minuto 480; en Excel empleando la formula =ALEATORIO.ENTRE(1;480). La sistematización en el muestreo se basó en tomar el segundo elemento de la muestra espaciado a un tiempo específico cuando esto aplicase.

Tabla 3.3: Recolección De Datos En El Muestreo Piloto Para La Definición Del Tamaño De Muestra Final

ETAPA DEL PROCESO	VARIABLE	FECHA Y HORA									
		7:00 am 23/07/2012	9:00 am 23/07/2012	11:00 am 23/07/2012	1:00 pm 23/07/2012	3:00 pm 23/07/2012	7:00 pm 25/07/2012	9:00 pm 25/07/2012	11:00 pm 25/07/2012	2:00 pm 30/07/2012	3:00 pm 30/07/2012
CORTADO DE LAMINAS	Álveo (ovig)										
	Desarrollo (ovig)										
	Escuadre (mm)										
	Espesor de Lam. (mm)										
CILINDRADO DE LAMINAS	Temple	Ver Ticket de transferencia									
	Solapado (mm)										

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Tabla 3.3: RECOLECCION DE DATOS: MUESTREO PILOTO PARA DEFINICION DE TAMANO DE MUESTRA (Cont.)

ETAPA DEL PROCESO	VARIABLE	7:00 am 23/07/2012	9:00 am 23/07/2012	11:00 am 23/07/2012	1:00 pm 23/07/2012	3:00 pm 23/07/2012	7:00 pm 25/07/2012	9:00 pm 25/07/2012	11:00 pm 25/07/2012	2:00 pm 30/07/2012	3:00 pm 30/07/2012
EXPANSION DE CILINDROS	Diagonal 1 (Arista de costura)										
	(pulg)										
	Diagonal 2										
	(pulg)										
CORNADO DE CUERPOS	Profundidad del nervio										
	(pulg)										
PESTANA DO DE CUERPO	Longitud de pestana fondo										
	Longitud de pestana tapa										
CONFORMACION FONDO	Espesor										
	Anchura										
	Profundidad										
	Gancho Tapa										
	Gancho Cuerpo										
	Treslape										
CONFORMACION TAPA	Espesor										
	Anchura										
	Profundidad										
	Gancho Tapa										
	Gancho Cuerpo										
	Treslape										

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Tabla 3.4: Recolección De Datos: Muestreo De Verificación

ETAPA	VARIABLE	Cant.	TIEMPO DE 1era TOMA	REPETICIONES															
CORTADO DE LAMINAS	Altura	1	12 min																
	Desarrollo	1	99 min																
	Escuadra	8	12 min																
		14																	
	Esp. De Lam	2	186 min																
CILINDRADO DE LAMINAS	Solapado	6	27 min																
		16																	
EXPANSION DE CILINDROS	Diagonal 1	3	13 min																
	Diagonal 2	1	155 min																
CORNADO DE CUERPO	Prof. Nervio	13	9 min																
PESTANADO	Long. Pest																		
CONFORMACION FONDO	Espesor	2	59 min																
	Anchura	2	59 min																
	Prof.	2	59 min																
	GT	3	59 min																
	GC	4	59 min																
	Traslape	3	59 min																
CONFORMACION TAPA	Espesor	2	59 min																
	Anchura	2	59 min																
	Prof.	1	59 min																
	GT	3	59 min																
	GC	5	59 min																
	Traslape	2	59 min																

Validación de características que puedan influir sobre la calidad final del producto.

Para cumplir con esta actividad se generaron correlaciones entre las características de proceso consideradas y las variables de calidad, y de esta forma aplicar control estadístico sobre las variables que realmente lo ameriten.

III.2.3.- Evaluar la capacidad del proceso de la línea de envases rectangulares de cinco (5) galones condicionado a la existencia del control estadístico en dicha línea.

Con las gráficas de control preliminares a desarrolladas en la etapa anterior se validó la condición de control estadístico de proceso para así medir con propiedad la capacidad del mismo, que por estarse trabajando solo con características cuantitativas de la calidad se emplearon las siguientes formulas:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (\text{Montgomery, 2008})$$

$$C_{pu} = \frac{USL - \mu}{3\sigma} \quad (\text{sólo especificación superior}) \quad (\text{Montgomery, 2008})$$

$$C_{pl} = \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \quad (\text{sólo especificación inferior}) \quad (\text{Montgomery, 2008})$$

$$C_{pk} = \min (C_{pu}, C_{pl}) \quad (\text{Montgomery, 2008})$$

Se compilaron los valores asociados a las especificaciones de productos para poder realizar los cálculos de capacidad del proceso, donde fue aplicable (etapas donde exista un semiproducto y/o producto terminado); empleándose además como referencia las especificaciones para latas circulares en caso de que la información de especificación de producto o semiproducto sea insuficiente para latas rectangulares.

III.2.4.- Actualizar los cambios generados en el sistema documental de Envases Venezolanos, S.A.

Para llevar a cabo este objetivo se cumplió el siguiente marco de actividades, que corresponden a lineamientos internos de Envases Venezolanos, S.A. en cuanto al manejo de correcciones o mejoras en el sistema documental:

- Solicitud de documentos al Dpto. de Gestión de la Calidad sobre los cuales apliquen modificaciones.
- Desarrollo de modificaciones bajo esquema de normalización ISO-9000:
 - ✓ Anotaciones y consulta con el personal asociado al uso del documento.
 - ✓ Verificación “in situ” de adecuación del documento.
 - ✓ Redacción de modificaciones sobre el documento actual.
 - ✓ Presentación para revisión y aprobación a autoridades pertinentes en Envases Venezolanos, S.A..
 - ✓ Entrega de documentos modificados en digital con sus respectivos soportes de cambios (archivo anterior, bien sea mapa de proceso, formulario, especificación, etc., con las modificaciones identificadas según sea la norma establecida por la empresa).

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación se presenta el análisis y la interpretación de los resultados obtenidos durante el período de estudio, a fin de cumplir los objetivos planteados en la investigación.

IV.1 Describir la condición actual del proceso productivo de la línea de envases rectangulares de cinco (5) galones.

A continuación se presenta grafico con todas las etapas contentivas que actualmente se ejecutan en Líneas Generales.

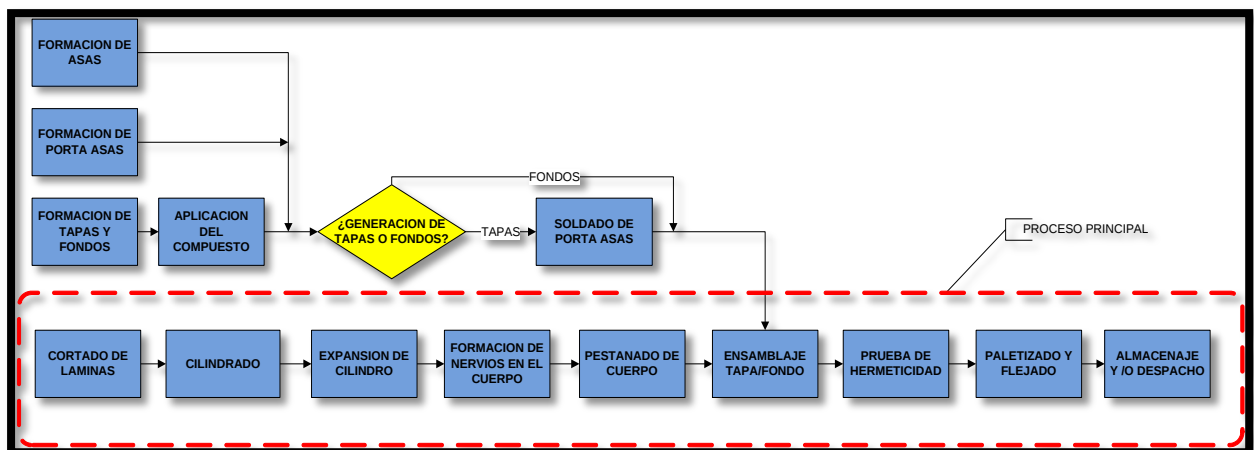


Figura 4-a: Etapas del proceso productivo de Líneas Generales, Alexis Villamarin (2014).

Líneas Generales consta de un proceso principal que inicia en la etapa de cilindrado y concluye en el almacenaje o despacho del producto, no obstante existe un proceso alternativo que consiste en la generación de componentes, los cuales deben estar a disposición para el continuo funcionamiento del proceso principal.

IV.2 Definir características de control de calidad de proceso en cada etapa de la línea productiva de envases rectangulares de cinco (5) galones

Teniendo definidas todas las etapas se logró identificar con ayuda de la matriz técnica las variables presentes en las mismas:

En virtud de que las características de calidad críticas para el producto desde el punto de vista de la condición de su doble cierre fueron consideradas las más importantes en el presente estudio (proceso de Líneas Generales), se excluyeron las etapas de formación de asas, formación de porta asas, soldado de porta asas, empackado y flejado y prueba de hermeticidad por no tener inherencia directa con la condición anteriormente mencionada. (La prueba de hermeticidad es solo una etapa: “pasa no pasa”, y las características del doble cierre no son el resultado de la misma)

Para cada una de las variables de las que se recolecto mediciones en el muestreo piloto se debió verificar normalidad en los datos ya que partiendo de ello fue posible el empleo de las graficas de control de Swewhart como gráficas de control preliminares. Posteriormente y con la definición del tamaño de muestra de verificación se validaron las graficas de control.

Las mediciones obtenidas en el muestreo piloto y de verificación se presentan a continuación:

Tabla 4.1: Valores De Altura De Láminas Obtenidos En El Muestreo Piloto, Etapa Cortado De Láminas.

MUESTRA	ALTURA ($A \pm 0,001$) pulg			
	1	2	3	4
1	13.934	13.936	13.938	13.937
2	13.936	13.937	13.936	13.936
3	13.939	13.939	13.939	13.941
4	13.938	13.935	13.936	13.938
5	13.937	13.937	13.935	13.936
6	13.939	13.939	13.940	13.941
7	13.934	13.938	13.938	13.935
8	13.939	13.939	13.940	13.941
9	13.938	13.935	13.936	13.938
10	13.939	13.940	13.939	13.939
11	13.938	13.939	13.936	13.940
12	13.935	13.936	13.935	13.935
13	13.938	13.939	13.941	13.939

14	13.935	13.935	13.936	13.935
15	13.934	13.936	13.935	13.936
16	13.941	13.939	13.939	13.938
17	13.935	13.937	13.935	13.935
18	13.938	13.939	13.941	13.939
19	13.934	13.936	13.935	13.936
20	13.937	13.939	13.937	13.938

Verificación de Normalidad de la variable: Altura de lámina en la etapa de cortado de láminas.

Statistix 8.0

03/08/2012, 13:37:23

Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
V001	16	0.9256	0.2075
V002	16	0.8883	0.0523
V003	16	0.8961	0.0696
V004	16	0.8995	0.0789

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

Fuente: Alexis Villamarin (2012)

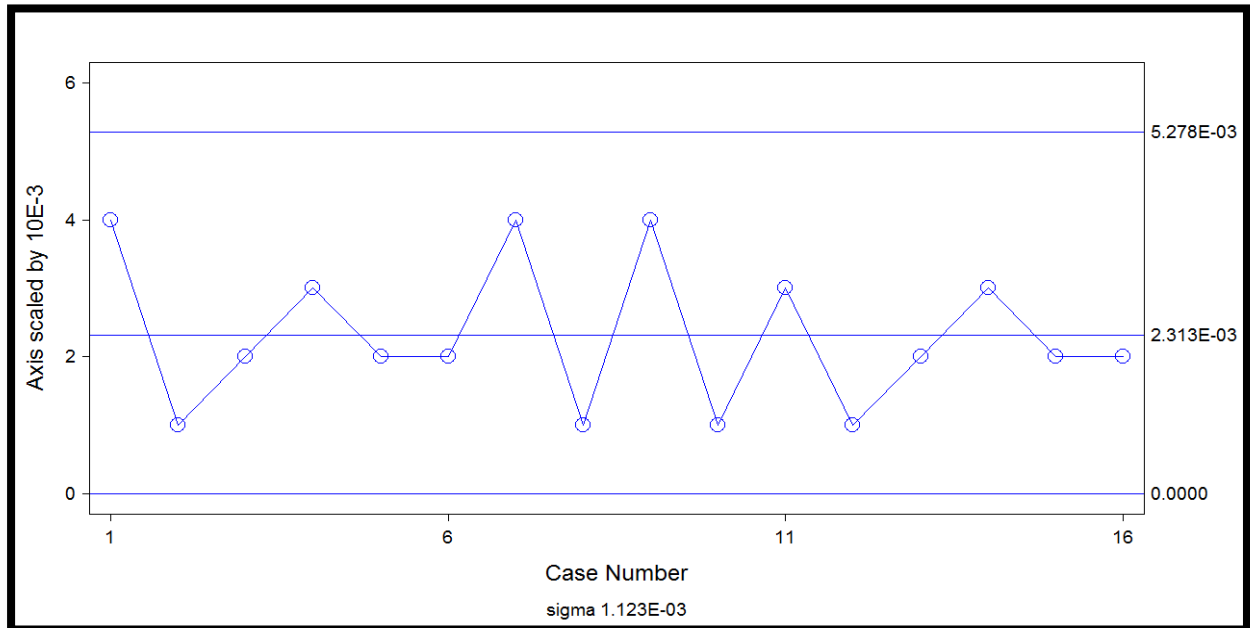


Figura 4.1: Gráfico preliminar de control para La variabilidad de la altura de láminas, etapa cortado de láminas; "Statistix", Versión 8.0 (1996).

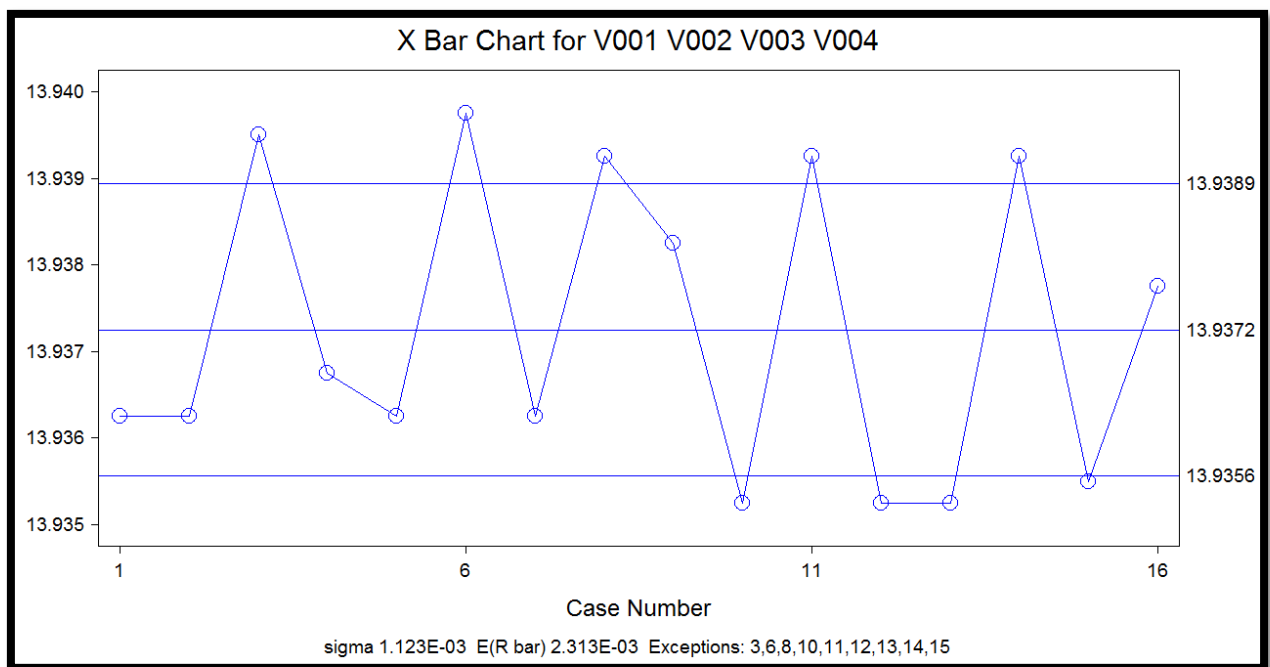


Figura 4.2: Gráfico preliminar de control para la media de la altura de laminas con limites $\pm 3\sigma$, etapa de cortado de láminas; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

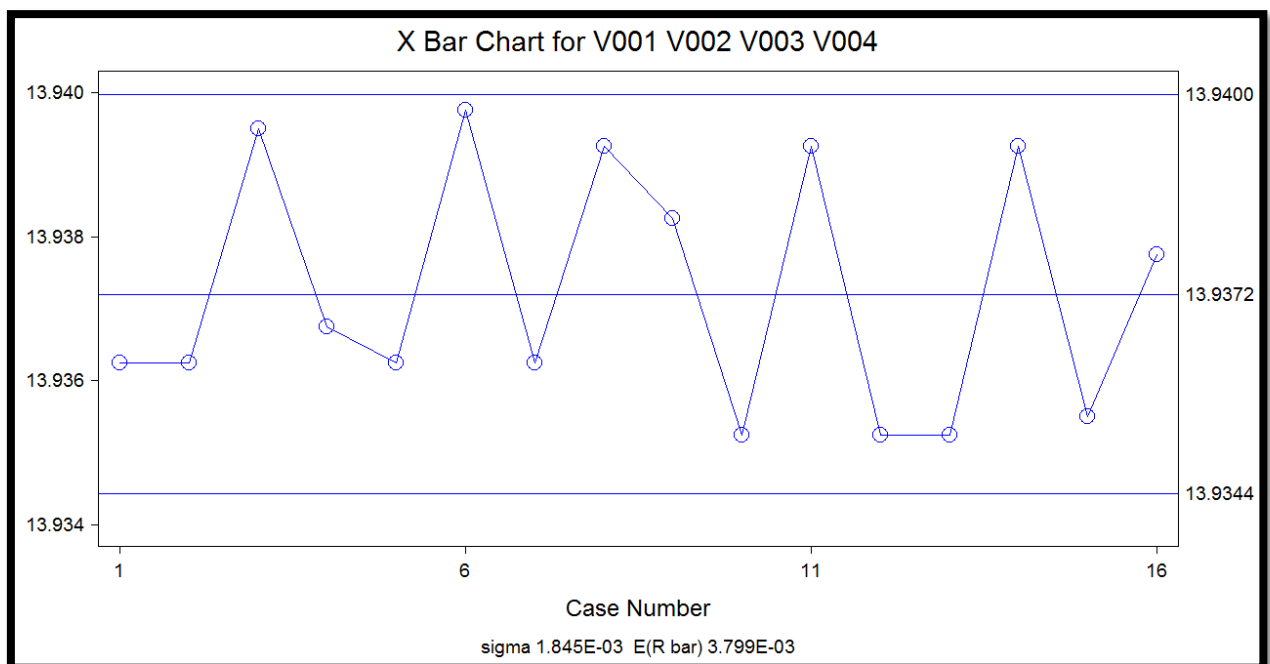


Figura 4.3: Gráfico preliminar de control para la media de la altura de laminas con limites $\pm 4.5\sigma$, etapa de cortado de láminas; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

Tabla 4.2: Valores De Desarrollo De Láminas Obtenidos En El Muestreo Piloto, Etapa Cortado De Láminas.

MUESTRA	DESARROLLO ($D \pm 0,001$) pulg			
	1	2	3	4
1	35,319	35,325	35,310	35,315
2	35,313	35,311	35,325	35,313
3	35,311	35,311	35,315	35,320
4	35,307	35,308	35,312	35,309
5	35,312	35,308	35,312	35,311
6	35,313	35,314	35,315	35,315
7	35,308	35,317	35,307	35,309
8	35,312	35,312	35,313	35,313
9	35,315	35,321	35,313	35,315
10	35,320	35,320	35,312	35,318

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Verificación de Normalidad de la variable: Desarrollo de lámina en la etapa de cortado de láminas.

Statistix 8.0

03/08/2012, 14:05:27

Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
V001	10	0.9381	0.5320
V002	10	0.9254	0.4046
V003	10	0.8229	0.0275
V004	10	0.9455	0.6159

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

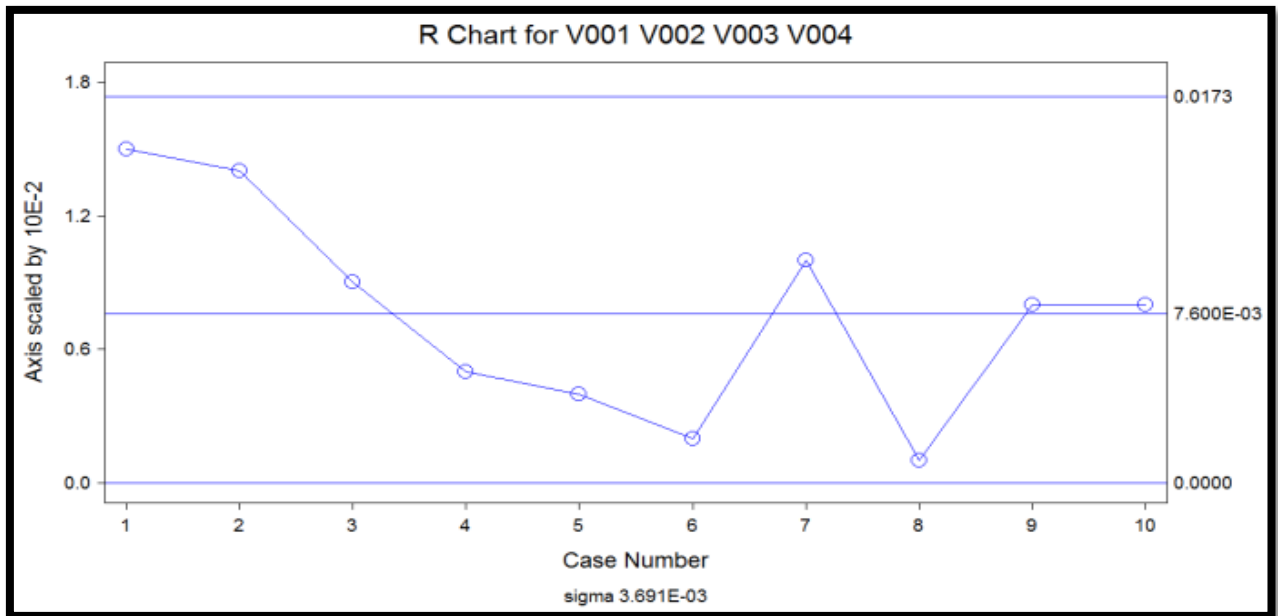


Figura 4.4: Gráfico preliminar de control para la variabilidad del desarrollo de láminas, etapa cortado de láminas; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

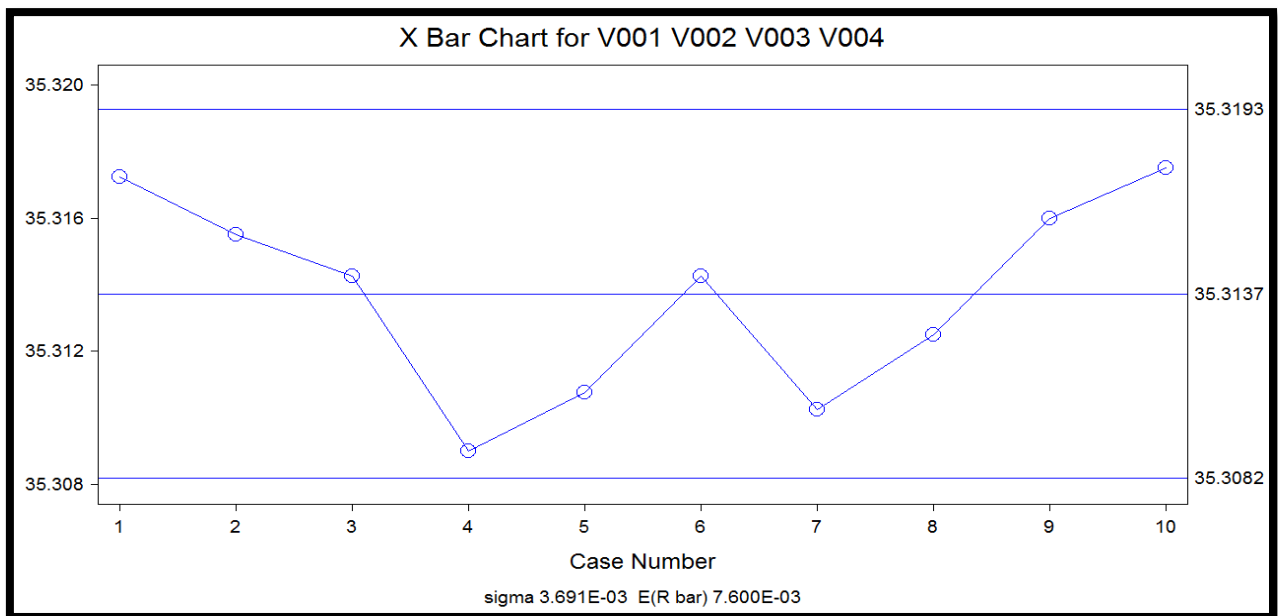


Figura 4.5: Gráfico preliminar de control para la media del desarrollo de láminas, etapa cortado de láminas; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

Tabla 4.3: Valores De Escuadra Obtenidos En El Muestreo Piloto, Etapa Cortado De Láminas.

MUESTRA	ESCUADRA ($E \pm 0,01$) mm			
	1	2	3	4
1	0,05	0,06	0,05	0,04
2	0,06	0,04	0,02	0,02
3	0,02	0,03	0,02	0,02
4	0,02	0,03	0,02	0,03
5	0,01	0,00	0,02	0,01
6	0,02	0,03	0,01	0,02
7	0,01	0,00	0,00	0,01
8	0,00	0,00	0,01	0,02
9	0,02	0,00	0,00	0,00
10	0,02	0,02	0,02	0,01
11	0,03	0,03	0,02	0,02
12	0,10	0,09	0,06	0,06
13	0,02	0,03	0,02	0,02
14	0,03	0,02	0,03	0,02
15	0,00	0,02	0,02	0,03
16	0,03	0,05	0,00	0,01
17	0,05	0,05	0,02	0,02
18	0,01	0,03	0,01	0,02
19	0,02	0,02	0,02	0,02
20	0,01	0,01	0,01	0,01

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Verificación de Normalidad de la variable: Escuadra de lámina en la etapa de cortado de láminas.

Statistix 8.0

14/09/2012, 14:24:26

Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
V001	20	0.8141	0.0014
V002	20	0.9023	0.0456
V003	20	0.8125	0.0013
V004	20	0.8193	0.0017

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

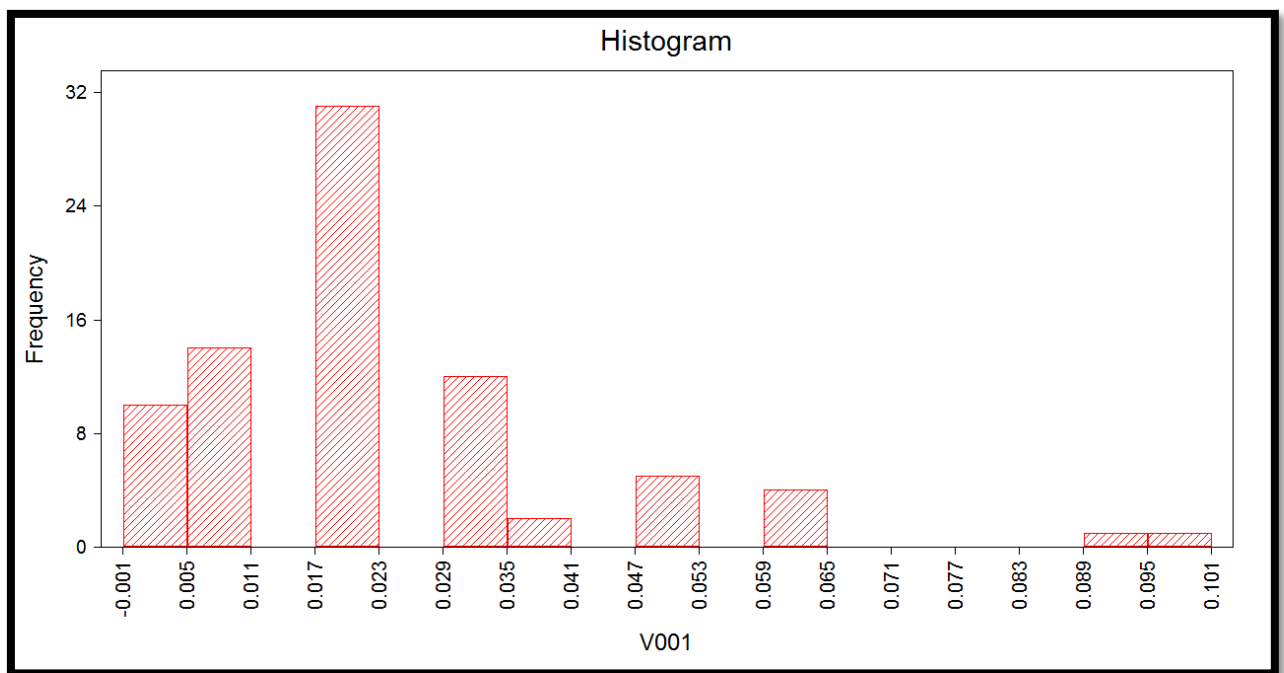


Figura 4.6: Histograma de frecuencia para la variable escuadra, etapa de cortado de lámina; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

Para el caso de la escuadra no se pueden las graficas de control de Shewhart en vista de que no existe normalidad en los datos, por tal motivo los parámetros se definen apoyados en la medida de tendencia central “MEDIANA” con la tolerancia permitida de 0,05 mm.

Estadística descriptiva para los datos recopilados de escudra, muestreo piloto:

Statistix 8.0		14/08/2012, 13:39:32	
Descriptive Statistics			
	V001		
N	80		
Mean	0.0235		
Median	0.0200		
SD	0.0190		
Minimum	0.0000		
1st Quarti	0.0100		
3rd Quarti	0.0300		
Maximum	0.1000		

Fuente: “Statistix”, Version 8.0 (1996)

Tabla 4.4: Valores De Escuadra Obtenidos En El Muestreo De Verificación, Etapa Cortado De Láminas.

MUESTRA	ESCUADRA INFERIOR (E ± 0,01) mm	ESCUADRA SUPERIOR (E ± 0,01) mm
1	0,03	0,01
2	0,05	0,00
3	0,02	0,02
4	0,04	0,01
5	0,01	0,04
6	0,02	0,05
7	0,03	0,04
8	0,01	0,03
9	-	0,00
10	-	0,01
11	-	0,03
12	-	0,02
13	-	0,01
14	-	0,02

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Estadística descriptiva para los datos recopilados de escuadra, muestreo de verificación:

Statistix 8.0		14/09/2012, 15:00:12	
Descriptive Statistics			
	V001	V002	
N	8	14	
Mean	0.0263	0.0207	
SD	0.0141	0.0154	
Minimum	0.0100	0.0000	
Median	0.0250	0.0200	
Maximum	0.0500	0.0500	

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

Tabla 4.5: Valores De Espesor De Lámina Obtenidos En El Muestreo Piloto, Etapa Cortado De Láminas.

MUESTRA	ESPESOR (E $\pm$ 0,001) mm			
	1	2	3	4
1	0,285	0,280	0,292	0,292
2	0,286	0,285	0,288	0,287
3	0,285	0,288	0,300	0,292
4	0,287	0,290	0,289	0,287
5	0,289	0,298	0,289	0,288
6	0,291	0,296	0,286	0,287
7	0,289	0,290	0,289	0,289
8	0,290	0,291	0,298	0,293
9	0,290	0,292	0,290	0,289
10	0,291	0,290	0,289	0,289

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Verificación de Normalidad de la variable: Espesor de lámina en la etapa de cortado de láminas.

Statistix 8.0

27/07/2012, 8:41:36

Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
V001	10	0.8805	0.1323
V002	10	0.9520	0.6927
V003	10	0.8028	0.0157
V004	10	0.8560	0.0684

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

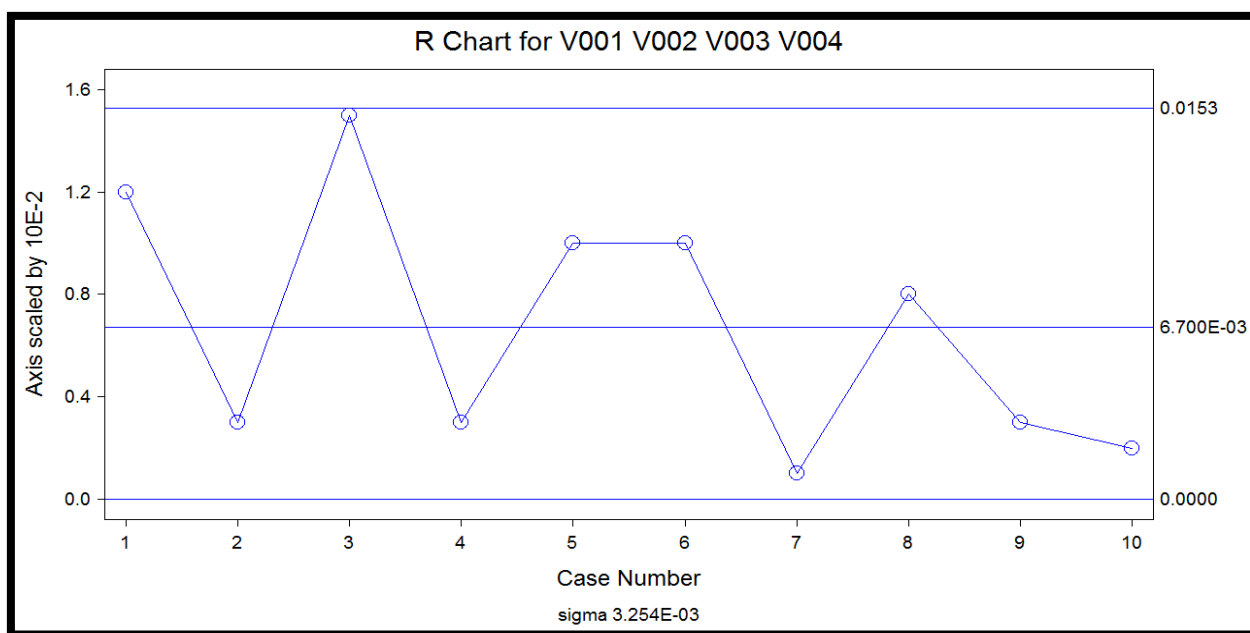


Figura 4.7: Gráfico preliminar de control para la variabilidad del espesor de láminas, etapa de cortado de láminas; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

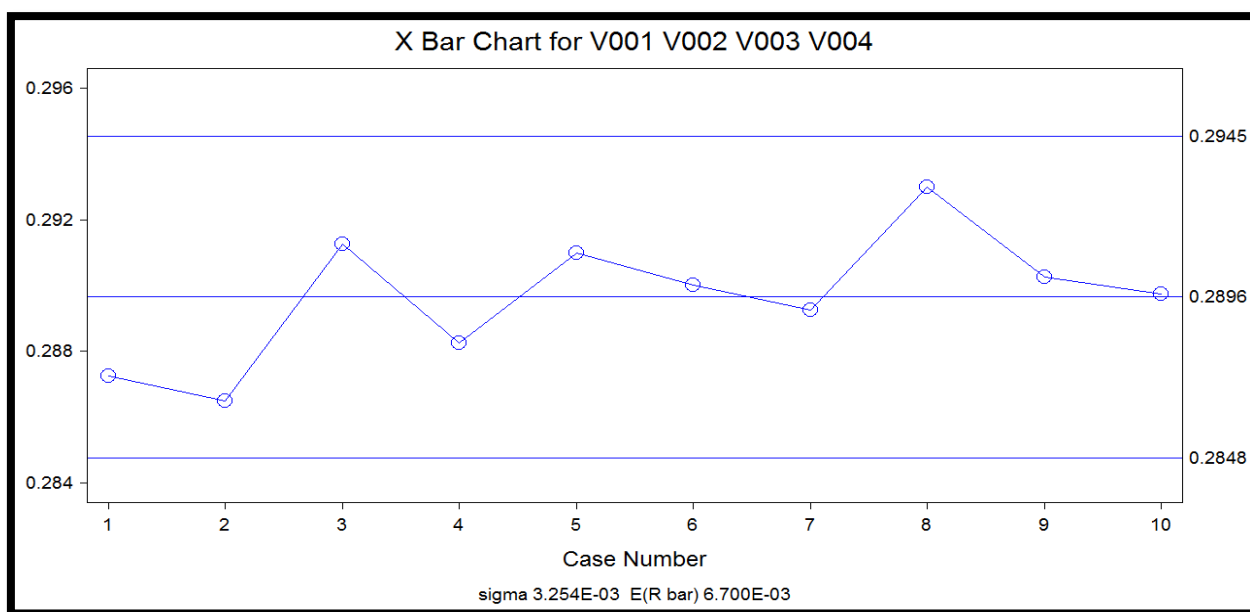


Figura 4.8: Grafico preliminar de control para la media del espesor de láminas, etapa cortado de laminas; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

Tabla 4.6: Valores De Espesor De Lámina Obtenidos En El Muestreo De Verificación, Etapa Cortado De Láminas.

MUESTRA	ESPESOR ($E \pm 0,001$) mm
1	0,291
2	0,290

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Tabla 4.7: Valores De Solapado Superior Obtenidos En El Muestreo Piloto, Etapa De Cilindrado.

MUESTRA	SOLAPADO ($S \pm 0,01$) mm			
	1	2	3	4
1	4,08	4,31	4,21	4,11
2	4,42	4,20	4,26	4,14
3	3,91	4,41	4,33	4,43
4	4,38	4,38	4,37	4,22
5	4,28	4,31	4,25	4,34
6	4,28	4,20	4,44	4,21
7	4,15	4,33	4,29	4,11
8	4,18	4,32	4,37	4,40
9	4,31	4,30	4,32	4,53
10	4,29	4,17	4,29	4,26

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Verificación de Normalidad de la variable: Solapado superior en la etapa de cilindrado.

Statistix 8.0

27/07/2012, 8:50:33

Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
V001	10	0.9298	0.4457
V002	10	0.9153	0.3194
V003	10	0.9768	0.9460
V004	10	0.9310	0.4577

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

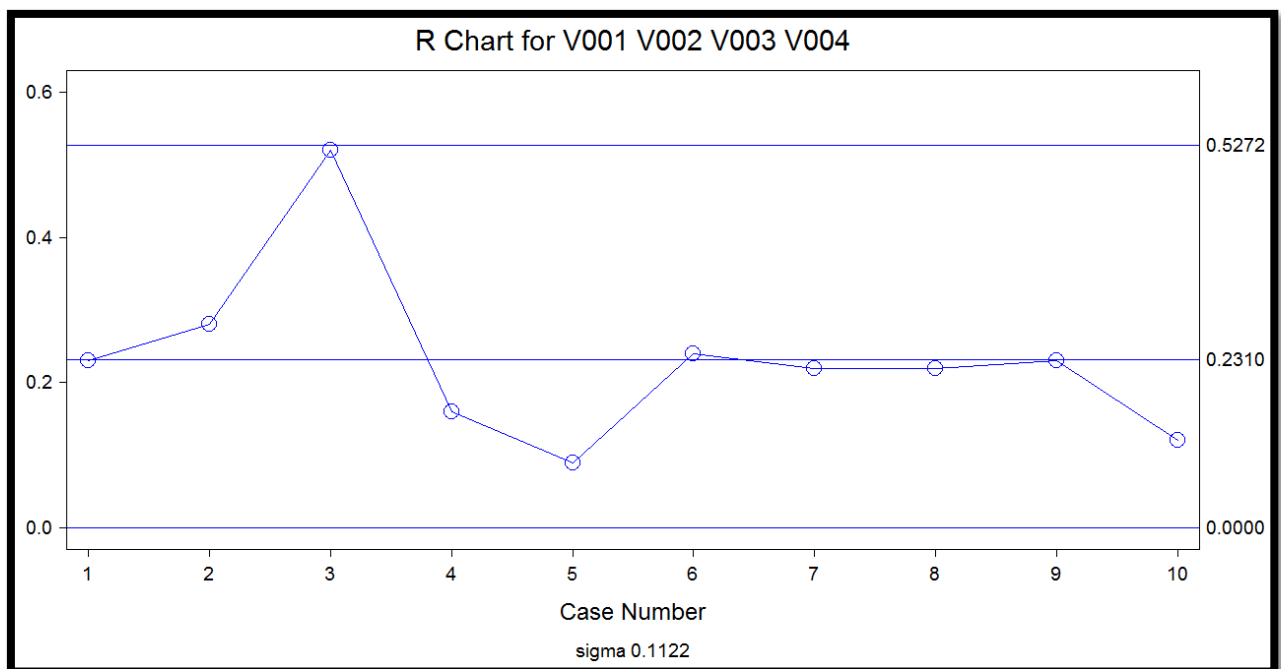


Figura 4.9: Gráfico preliminar de control para la variabilidad del solapado superior, etapa de cilindrado; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

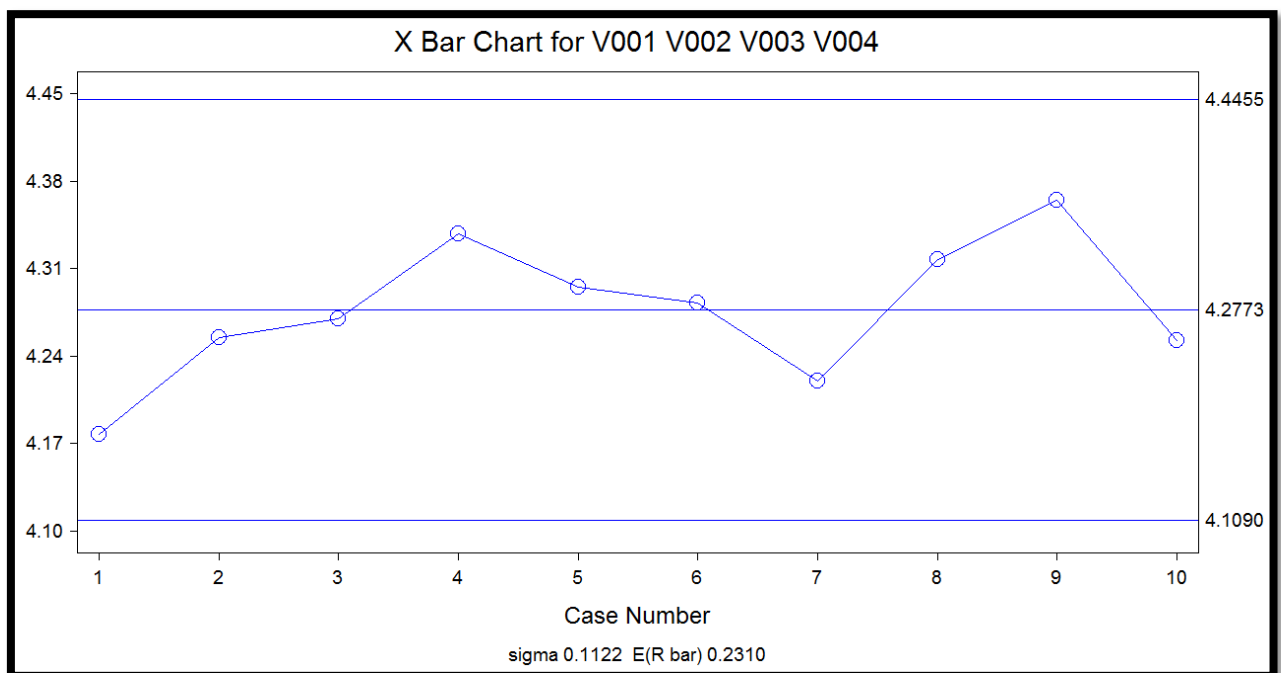


Figura 4.10: Gráfico preliminar de control para la media del solapado superior, etapa de cilindrado; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

Tabla 4.8: Valores De Solapado Superior Obtenidos En El Muestreo De Verificación, Etapa De Cilindrado.

MUESTRA	SOLAPADO (S $\pm$ 0,01) mm
1	4,21
2	4,22
3	4,34
4	4,25
5	4,29
6	4,27
7	4,41
8	4,28

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Tabla 4.9: Valores De Solapado Inferior Obtenidos En El Muestreo Piloto, Etapa De Cilindrado.

MUESTRA	SOLAPADO (S $\pm$ 0,01) mm			
	1	2	3	4
1	3,71	3,61	3,62	3,55
2	3,70	3,47	3,48	3,40
3	3,77	3,50	3,70	3,99
4	3,76	3,69	3,61	3,59
5	3,54	3,31	3,72	3,52
6	3,63	3,49	3,90	3,67
7	3,21	3,58	3,60	3,64
8	4,15	4,11	3,87	3,88
9	3,76	3,50	3,62	3,68
10	3,59	3,67	3,24	3,40

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Verificación de Normalidad de la variable: Solapado inferior en la etapa de cilindrado.

Statistix 8.0

27/07/2012, 8:54:43

Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
V001	10	0.9023	0.2324
V002	10	0.8472	0.0538
V003	10	0.9261	0.4103
V004	10	0.9302	0.4501

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

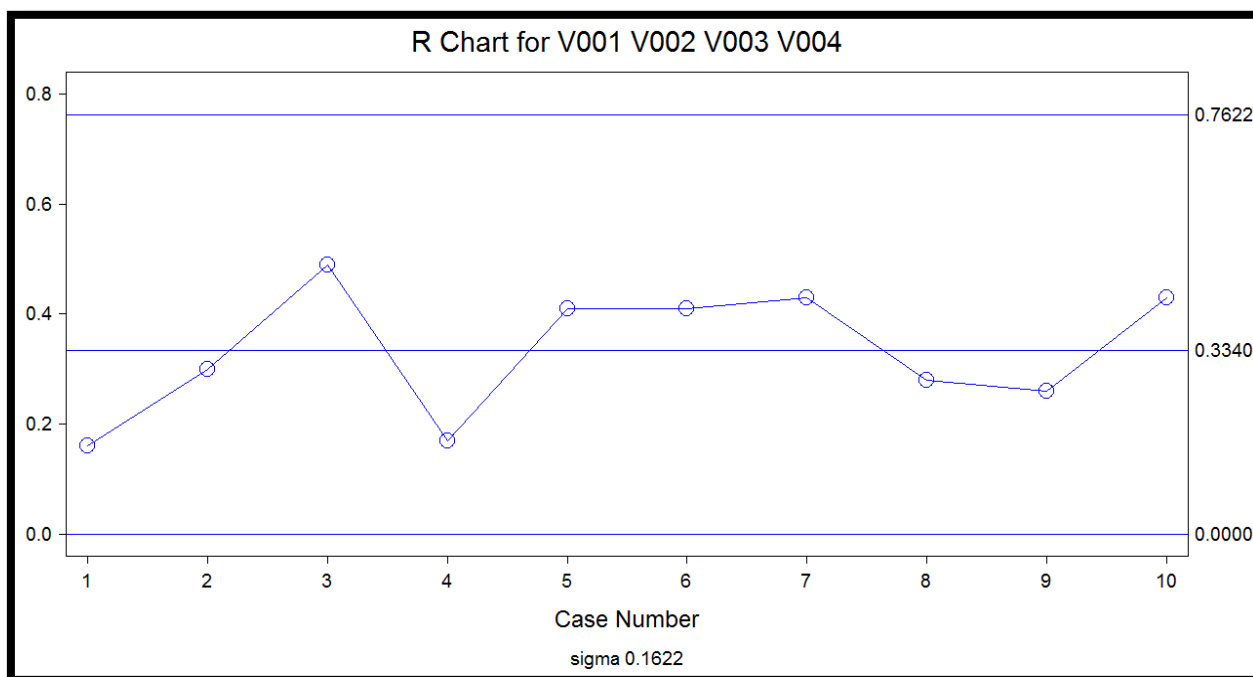


Figura 4.11: Gráfico preliminar de control para la variabilidad del solapado inferior, etapa de cilindrado; "Statistix", Versión 8.0 (1996).

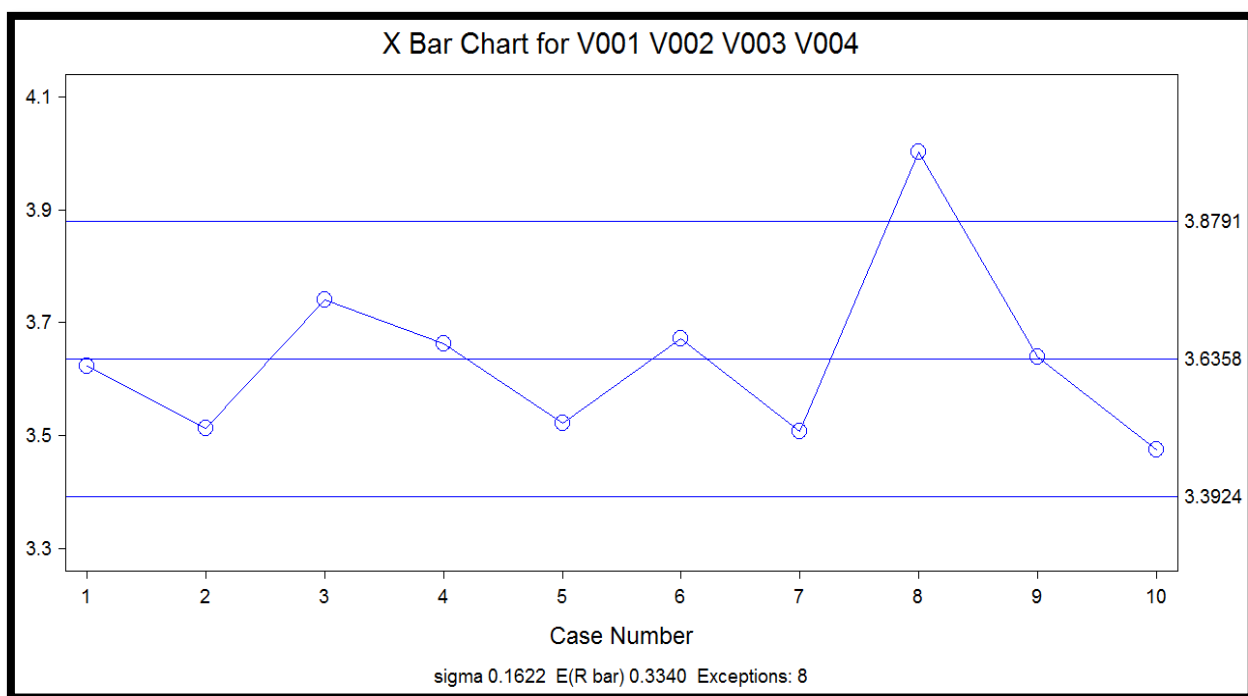


Figura 4.12: Gráfico preliminar de control para la media del solapado inferior, etapa de cilindrado; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

Tabla 4.10: Valores De Solapado Inferior Obtenidos En El Muestreo De Verificación, Etapa De Cilindrado.

MUESTRA	SOLAPADO (S ± 0,01)mm
1	4,04
2	4,13
3	4,28
4	3,87
5	3,87
6	3,55
7	3,84
8	3,97
9	3,87
10	3,95
11	4,09
12	4,08
13	4,07
14	3,84
15	3,85
16	3,97

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Casi todos los valores están fuera de lo previsto, acá hubo un corrimiento en la media del proceso.

Statistix 8.0		07/08/2012, 15:00:00	
Descriptive Statistics			
		V001	
N	16		
Mean	3.9544		
SD	0.1662		
Minimum	3.5500		
Median	3.9600		
Maximum	4.2800		

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

Incluso la media está fuera de los límites de control aquí tuvo que haber influido la presión en los tornillos de la Soudronic de la cual no hay forma de cómo mensurarlo.

Tabla 4.11: Valores De La Diagonal 1 En El Muestreo Piloto, Etapa Expansión De Cilindro.

MUESTRA	DIAGONAL 1 ($D1 \pm 0,001$) pulg			
	1	2	3	4
1	12,398	12,373	12,341	12,446
2	12,433	12,373	12,346	12,389
3	12,381	12,354	12,361	12,411
4	12,334	12,249	12,384	12,384
5	12,285	12,265	12,337	12,332
6	12,382	12,397	12,420	12,395
7	12,393	12,391	12,309	12,418
8	12,346	12,401	12,298	12,374

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Verificación de Normalidad de la variable: Diagonal 1 en la etapa de expansión de cilindro.

Statistix 8.0

07/08/2012, 15:19:48

Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
V001	8	0.9526	0.7377
V002	8	0.7866	0.0205
V003	8	0.9615	0.8242
V004	8	0.9747	0.932

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

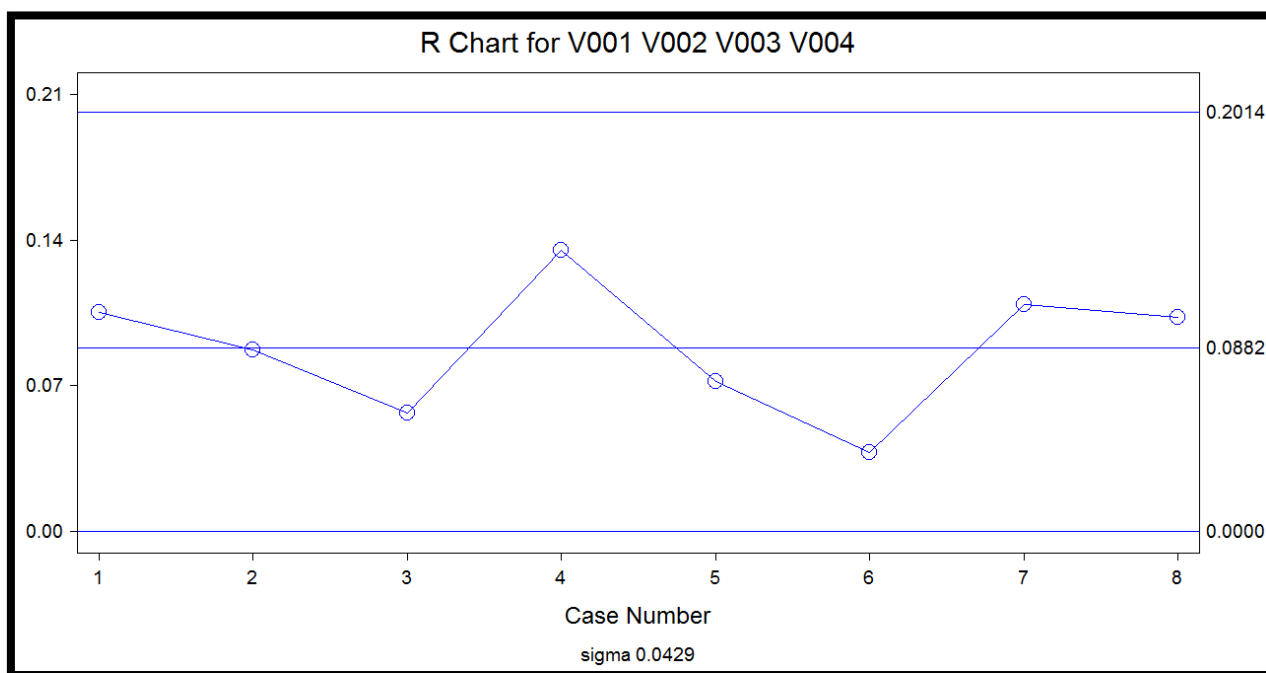


Figura 4.13: Grafico preliminar de control para la variabilidad de la diagonal 1, etapa de expansión de cilindro; "Statistix", Versión 8.0 (1996).

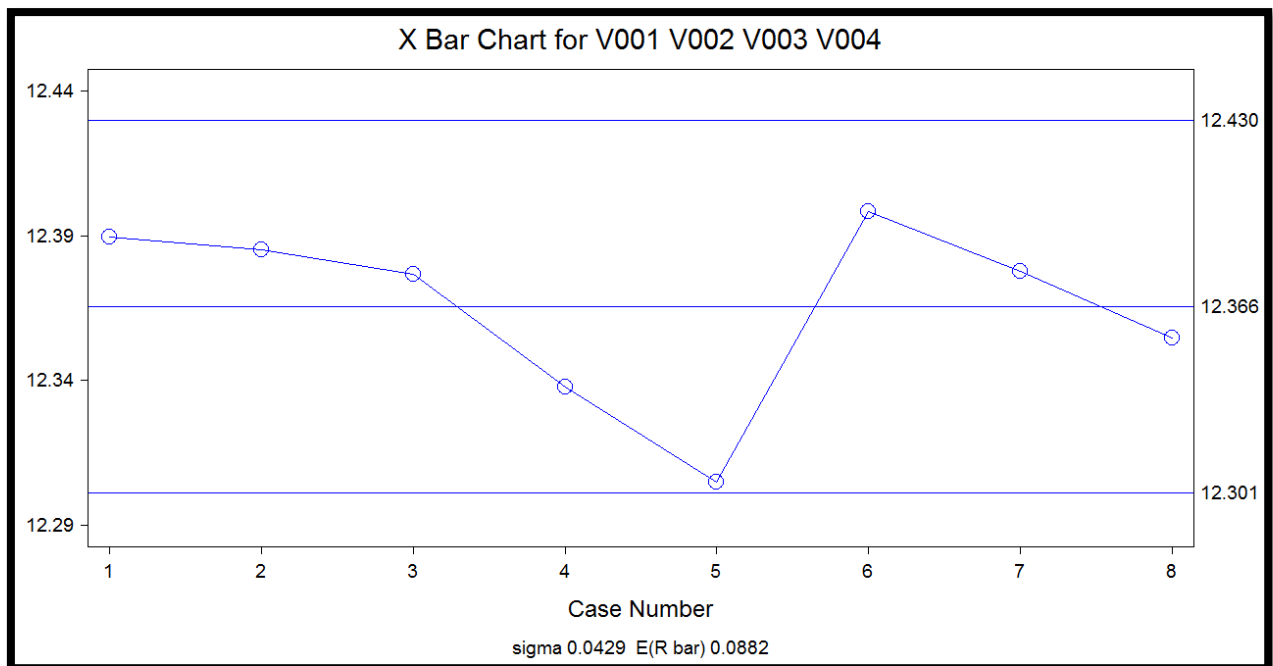


Figura 4.14: Gráfico preliminar de control para la media de la diagonal 1, etapa de expansión de cilindro; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

Tabla 4.12: Valores De La Diagonal 1 En El Muestreo De Verificación, Etapa De Expansión De Cilindro.

MUESTRA	DIAGONAL 1 (D1 ± 0,001)pulg
1	12,363
2	12,430
3	12,359

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Tabla 4.13: Valores De La Diagonal 2 En El Muestreo Piloto, Etapa De Expansión De Cilindro.

MUESTRA	DIAGONAL 2 (D2 ± 0,001) pulg			
	1	2	3	4
1	12,388	12,319	12,343	12,370
2	12,351	12,410	12,371	12,346
3	12,359	12,351	12,370	12,346
4	12,443	12,446	12,340	12,399
5	12,388	12,485	12,393	12,451
6	12,414	12,443	12,369	12,354
7	12,333	12,344	12,351	12,368
8	12,384	12,383	12,503	12,335

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Verificación de Normalidad de la variable: Diagonal 2 en la etapa de expansión de cilindro.

Statistix 8.0

07/08/2012, 15:22:16

Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
V001	8	0.9673	0.8759
V002	8	0.9564	0.7752
V003	8	0.7173	0.0035
V004	8	0.8429	0.0807

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

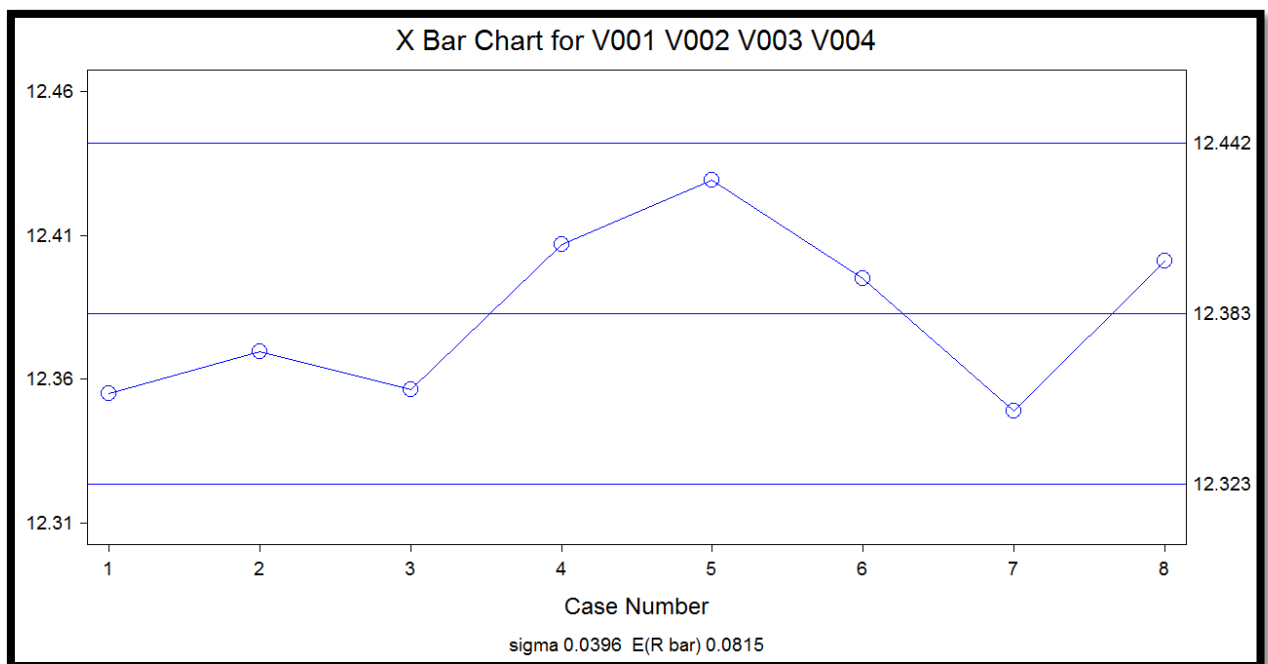


Figura 4.15: Gráfico preliminar de control para la variabilidad de la diagonal 2, etapa de expansión de cilindro; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

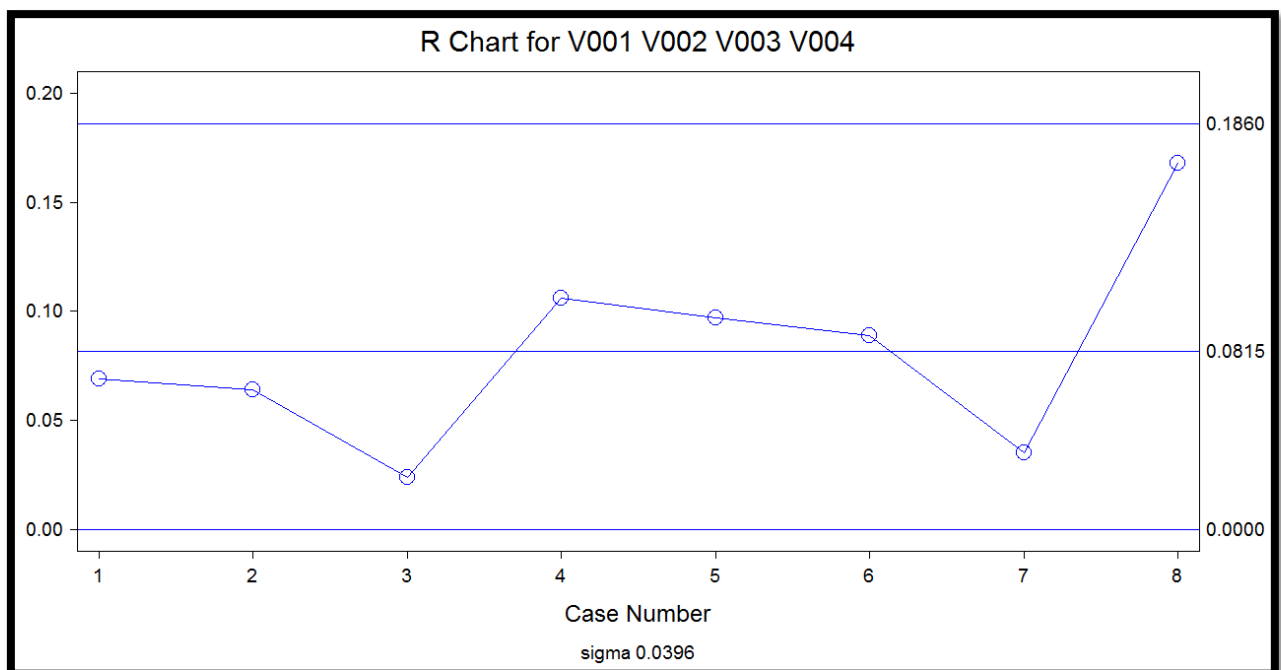


Figura 4.16: Gráfico preliminar de control para la media de la diagonal 2, etapa de expansión de cilindro; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

Tabla 4.14: Valores De La Diagonal 2 En El Muestreo De Verificación, Etapa De Expansión De Cilindro.

MUESTRA	DIAGONAL 2 ($D2 \pm 0,001$)pulg
1	12,400
2	12,424
3	12,399

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Tabla 4.15: Valores De Profundidad Del Nervio En El Muestreo Piloto, Etapa Cornado De Cuerpo.

MUESTRA	PUNTOS			
	1	2	3	4
1	0,0355	0,0370	0,0355	0,0350
2	0,0345	0,0375	0,0365	0,0385
3	0,0335	0,0335	0,0360	0,0370
4	0,0345	0,0335	0,0350	0,0345
5	0,0345	0,0365	0,0335	0,0350
6	0,0340	0,0310	0,0330	0,0335
7	0,0360	0,0305	0,0370	0,0340
8	0,0350	0,0360	0,0360	0,0365
9	0,0355	0,0360	0,0370	0,0345
10	0,0325	0,0370	0,0370	0,0345
11	0,0360	0,0360	0,0350	0,0350
12	0,0325	0,0325	0,0390	0,0390
13	0,0360	0,0350	0,0325	0,0350
14	0,0340	0,0335	0,0350	0,0335
15	0,0335	0,0365	0,0335	0,0370
16	0,0340	0,0365	0,0390	0,0340
17	0,0345	0,0330	0,0335	0,0345
18	0,0345	0,0335	0,0340	0,0360
19	0,0370	0,0330	0,0345	0,0365
20	0,0375	0,0310	0,0340	0,0315

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Verificación de Normalidad de la variable: Profundidad del nervio en la etapa de cornado de cuerpo.

Statistix 8.0

07/08/2012, 15:48:54

Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
V001	20	0.9627	0.5991
V002	20	0.9112	0.0672
V003	20	0.9476	0.3317
V004	20	0.9527	0.4107

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

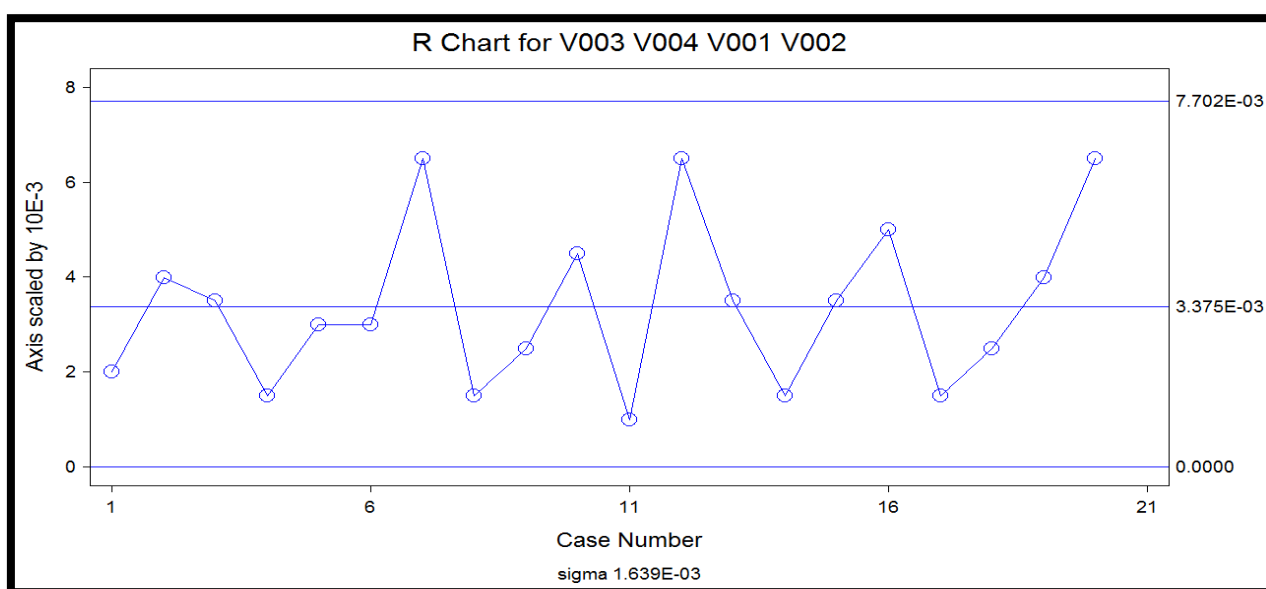


Figura 4.17: Gráfico preliminar de control para la variabilidad de la profundidad del nervio, etapa de cornado de cuerpo; "Statistix", Versión 8.0 (1996).

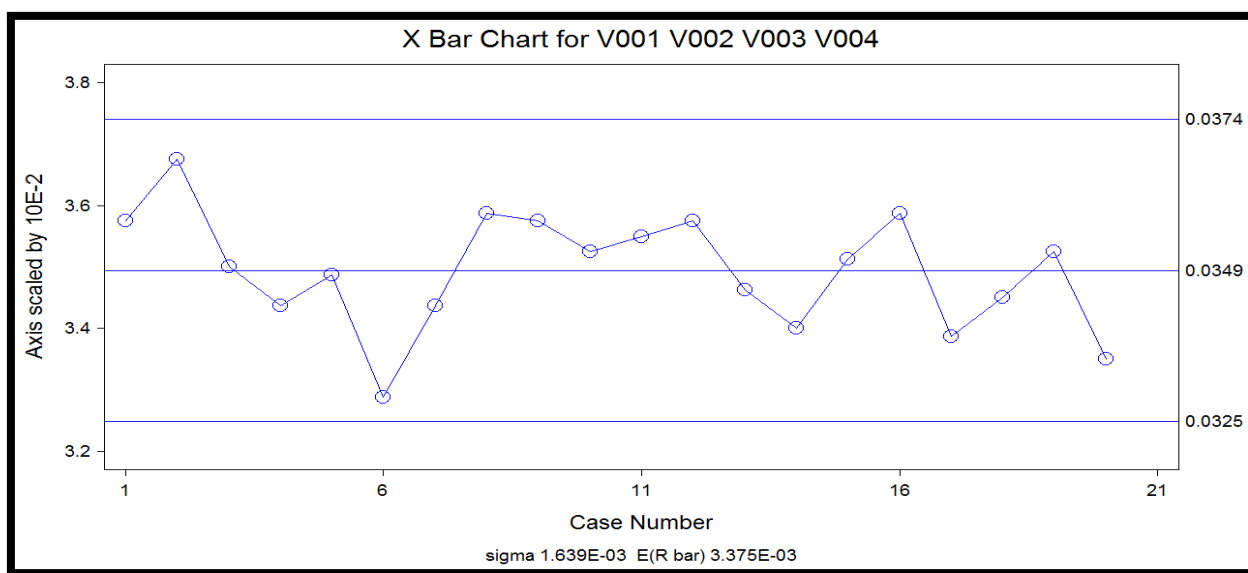


Figura 4.18: Gráfico preliminar de control para la media de la profundidad del nervio, etapa de cornado de cuerpo; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

Tabla 4.16: Valores De Profundidad Del Nervio En El Muestreo De Verificación, Etapa Cornado De Cuerpo.

MUESTRA	PROFUNDIDAD DEL NERVI (P ± 0,0001) pulg
1	0,0365
2	0,0325
3	0,0372
4	0,0330
5	0,0325
6	0,0365
7	0,0330
8	0,0350
9	0,0325
10	0,0345
11	0,0325
12	0,0360
13	0,0365

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Tabla 4.17: Valores De Longitud De Pestaña Del Cuerpo (Fondo) En El Muestreo Piloto, Etapa De Pestañado.

MUESTRA	LONGITUD DE PESTANA DEL CUERPO FONDO (LPCF $\pm$ 0,0001) pulg			
	1	2	3	4
1	0,1520	0,1780	0,1590	0,1760
2	0,1655	0,1620	0,1625	0,1605
3	0,1590	0,1625	0,1625	0,1600
4	0,1535	0,1565	0,1610	0,1595
5	0,1630	0,1615	0,1655	0,1620

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Verificación de Normalidad de la variable: Longitud de pestaña del cuerpo (fondo) en la etapa de pestañado.

Statistix 8.0

08/08/2012,

13:55:52

Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
V001	5	0.9250	0.5626
V002	5	0.9217	0.5410
V003	5	0.9137	0.4899
V004	5	0.9076	0.4532

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

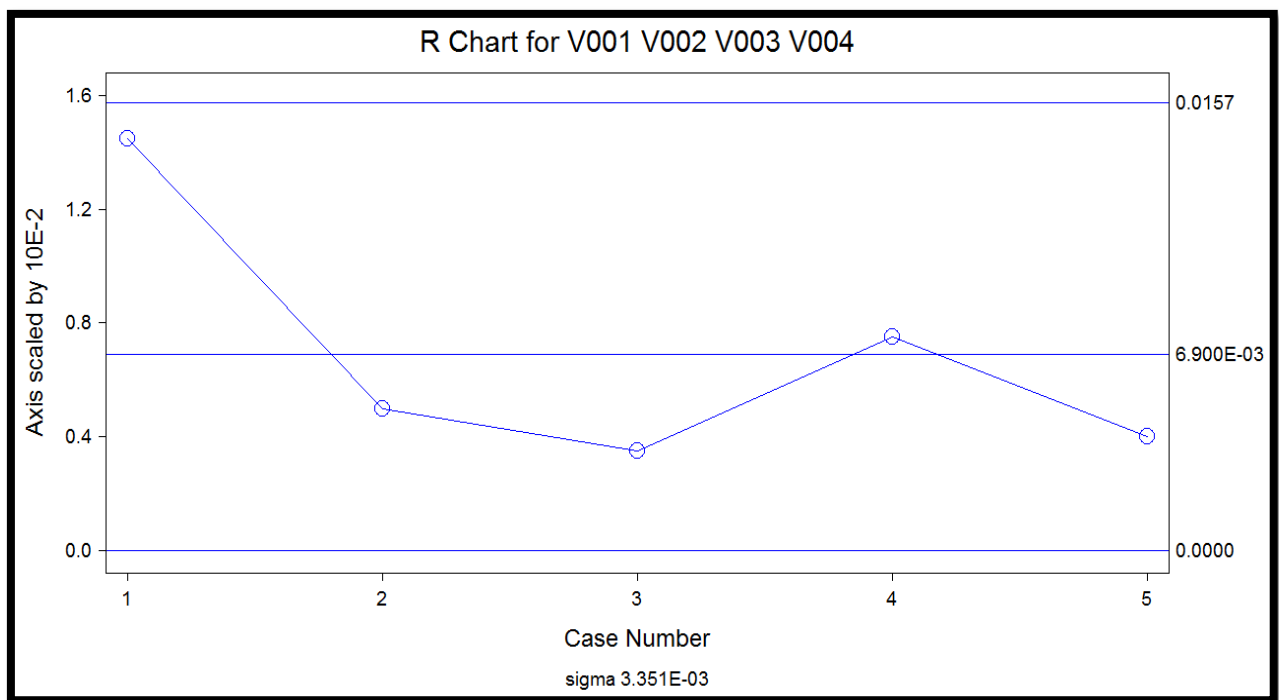


Figura 4.19: Gráfico preliminar de control para la variabilidad de la longitud de pestaña del cuerpo (fondo), etapa de pestañado; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

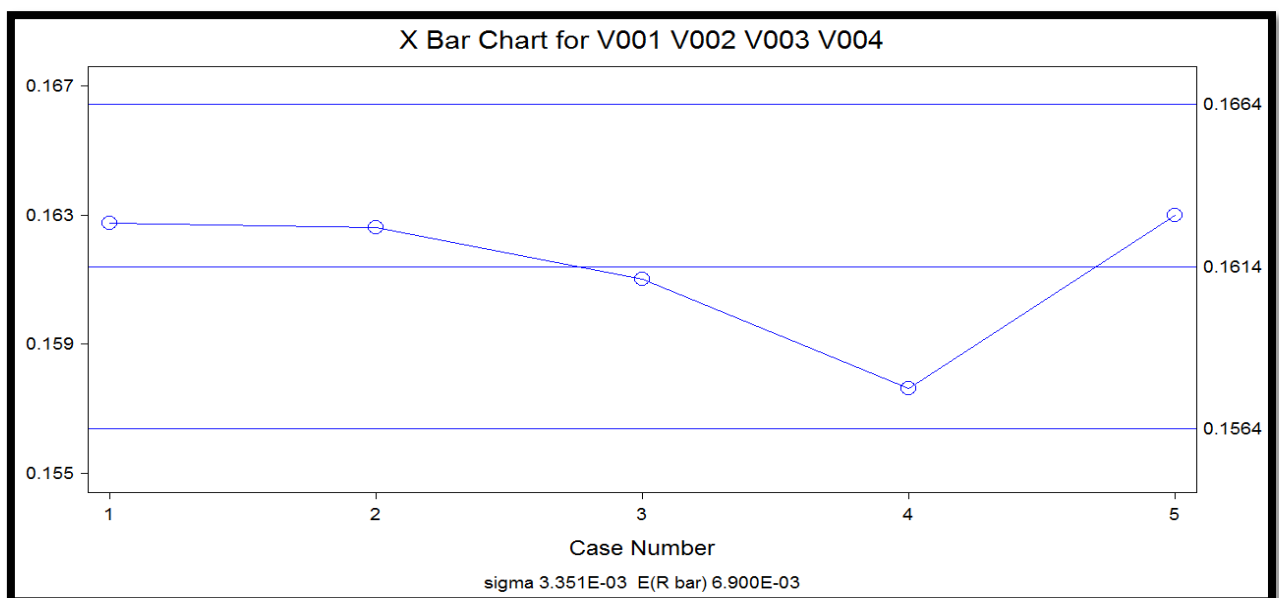


Figura 4.20: Gráfico preliminar de control para la media de la longitud de la pestaña del cuerpo (fondo), etapa de pestañado; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

Tabla 4.18: Valores De Longitud De La Pestaña Del Cuerpo (Fondo) En El Muestreo De Verificación, Etapa De Pestañado.

MUESTRA	LONGITUD DE PESTANA DEL CUERPO FONDO (LPCF $\pm$ 0,0001) pulg			
	1	2	3	4
1	0,1665	0,1610	0,1640	0,1635
2	0,1565	0,1670	0,1655	0,1665
3	0,1555	0,1650	0,1650	0,1615
4	0,1620	0,1695	0,1660	0,1625
5	0,1660	0,1665	0,1690	0,1625

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Tabla 4.19: Valores De Longitud De La Pestaña Del Cuerpo (Tapa) En El Muestreo Piloto, Etapa De Pestañado.

MUESTRA	LONGITUD DE PESTANA DEL CUERPO TAPA (LPCT $\pm$ 0,0001) pulg			
	1	2	3	4
1	0,1790	0,1600	0,1730	0,1580
2	0,1620	0,1570	0,1640	0,1405
3	0,1610	0,1625	0,1640	0,1375
4	0,1565	0,1620	0,1640	0,1400
5	0,1620	0,1610	0,1655	0,1390

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Verificación de Normalidad de la variable: Longitud de pestana del cuerpo (tapa) en la etapa de pestañado.

Statistix 8.0

31/07/2012,
8:28:29

Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
V001	5	0.7743	0.0493
V002	5	0.9013	0.4172
V003	5	0.6576	0.0033
V004	5	0.6829	0.0063

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

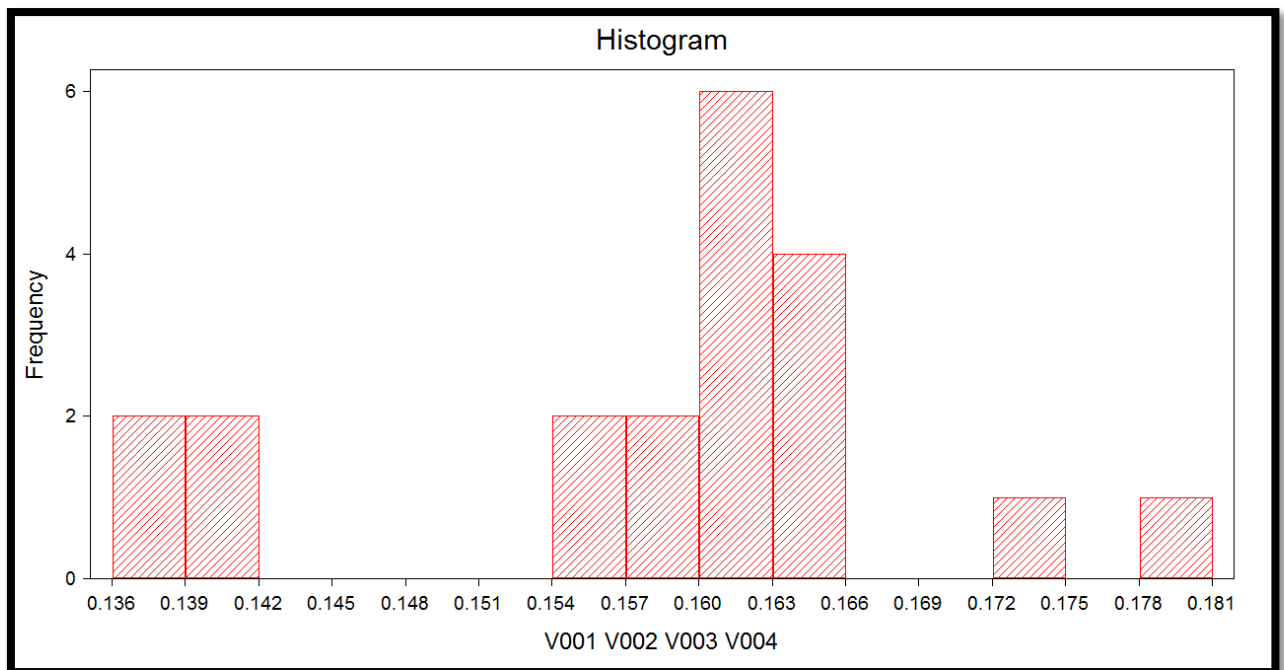


Figura 4.21: Histograma de frecuencia de la longitud de la pestaña del cuerpo (tapa), etapa de pestañado; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

No existe normalidad en los datos producto del desgaste presente en la pestañadora en la parte de la tapa, por lo cual se debe realizar mejora en la máquina para poder fijar parámetros. Por este motivo se emplearan como referencia los parámetros del pestañado de fondo.

Tabla 4.20: Valores De Espesor En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Tapa.

MUESTRA	ESPESOR ($E \pm 0,001$) pulg			
	1	2	3	4
1	0,076	0,061	0,073	0,063
2	0,068	0,061	0,059	0,063
3	0,075	0,059	0,061	0,076
4	0,057	0,062	0,062	0,063
5	0,060	0,063	0,063	0,061
6	0,061	0,062	0,062	0,059
7	0,057	0,062	0,059	0,058
8	0,064	0,063	0,065	0,063
9	0,061	0,076	0,063	0,058
10	0,061	0,062	0,072	0,067

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Verificación de Normalidad de la variable: Espesor en la etapa de conformación tapa.

Statistix 8.0

27/07/2012, 8:58:22

Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
V001	10	0.8469	0.0534
V002	10	0.5968	0.0001
V003	10	0.8267	0.0305
V004	10	0.8124	0.0205

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

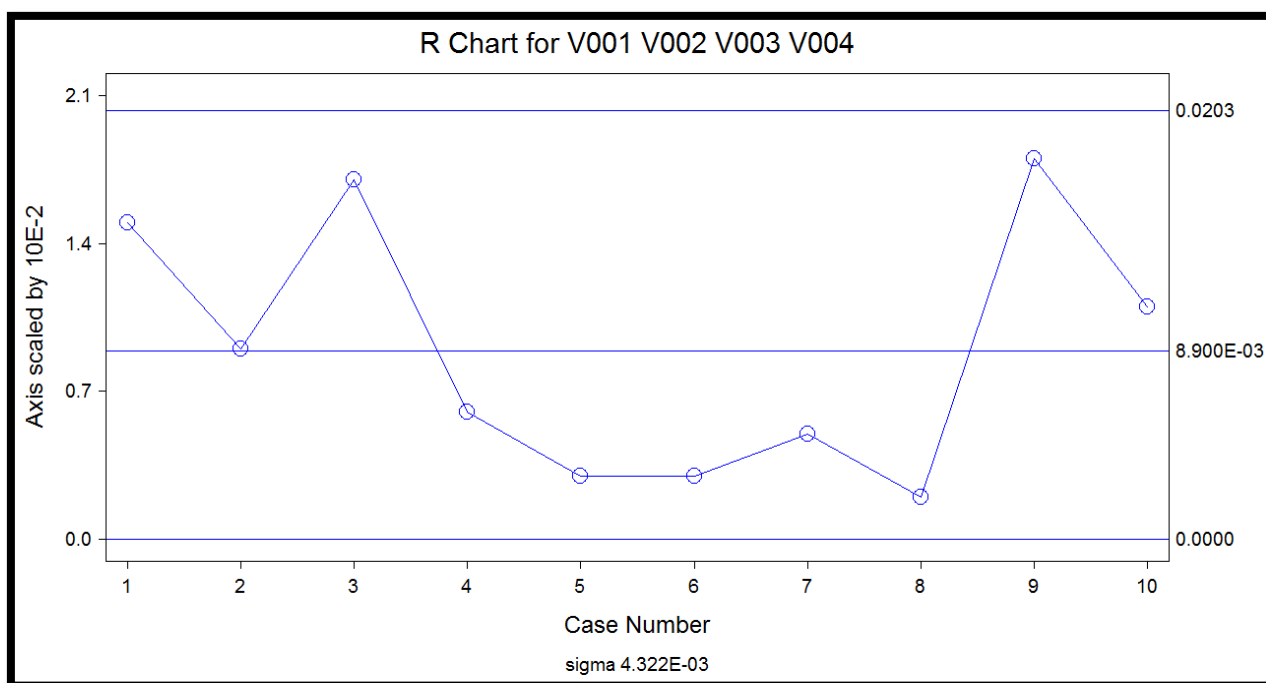


Figura 4.22: Gráfico preliminar de control para la variabilidad del espesor, etapa de conformación tapa; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

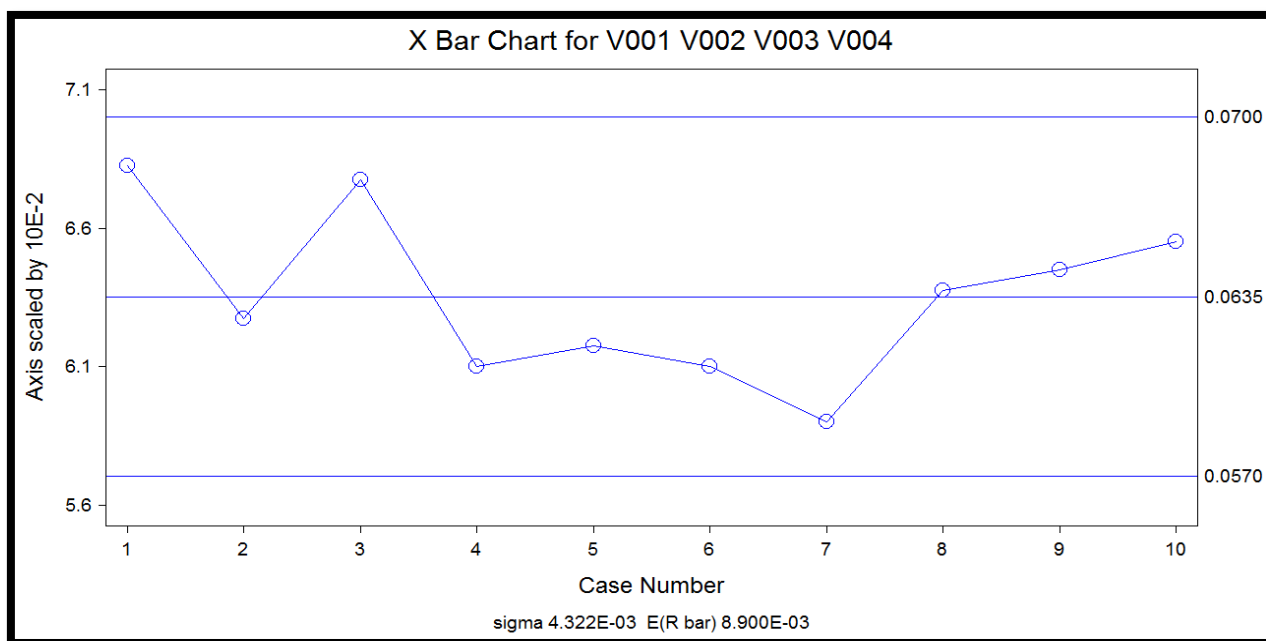


Figura 4.23: Gráfico preliminar de control para la media del espesor, etapa de conformación tapa; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

Tabla 4.21: Valores De Espesor En El Muestreo De Verificación, Etapa De Conformación Tapa.

MUESTRA	ESPESOR ($E \pm 0,001$) pulg			
	1	2	3	4
1	0,062	0,062	0,062	0,060
2	0,060	0,061	0,063	0,063
3	0,061	0,063	0,061	0,059

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Tabla 4.22: Valores De Espesores En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Fondo.

MUESTRA	ESPESOR ($E \pm 0,001$) pulg			
	1	2	3	4
1	0,058	0,076	0,061	0,073
2	0,064	0,077	0,053	0,062
3	0,074	0,061	0,074	0,063
4	0,062	0,063	0,062	0,062
5	0,063	0,061	0,060	0,062
6	0,061	0,061	0,060	0,060
7	0,062	0,058	0,060	0,060
8	0,059	0,062	0,062	0,059
9	0,061	0,057	0,061	0,067
10	0,065	0,054	0,062	0,064

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Verificación de Normalidad de la variable: Espesor en la etapa de conformación fondo.

Statistix 8.0		27/07/2012, 9:00:56	
Shapiro-Wilk Normality Test			
Variable	N	W	P
V001	10	0.8197	0.0251
V002	10	0.8193	0.0248
V003	10	0.7570	0.0043
V004	10	0.8335	0.0369

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

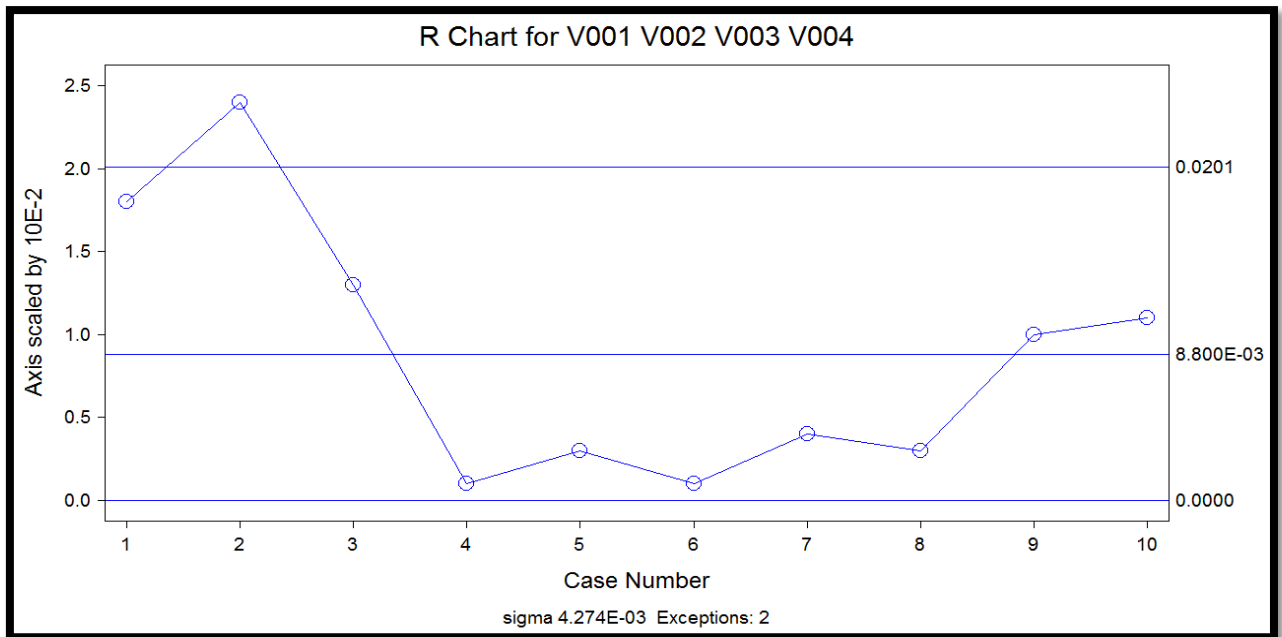


Figura 4.24: Gráfico preliminar de control para la variabilidad del espesor, etapa de conformación fondo; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

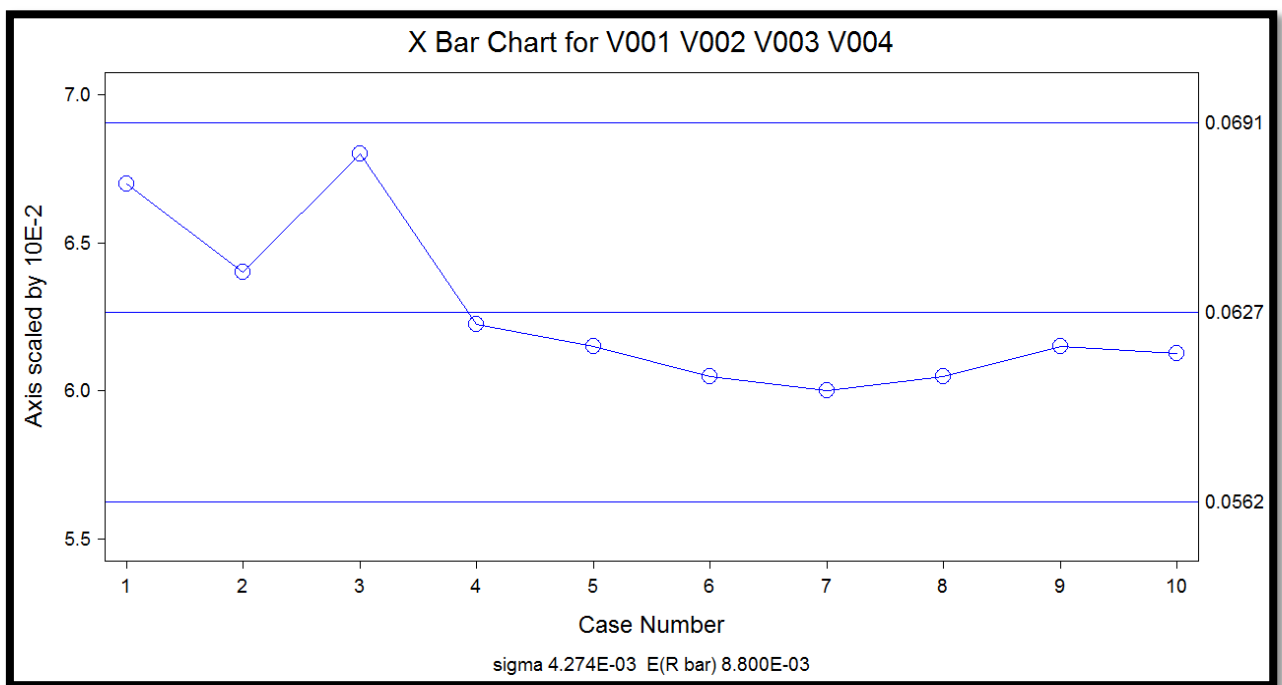


Figura 4.25: Gráfico preliminar de control para la media del espesor, etapa de conformación fondo; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

Tabla 4.23: Valores De Espesor En El Muestreo De Verificacion, Etapa De Conformación Fondo.

MUESTRA	ESPESOR ($E \pm 0,001$) pulg			
	1	2	3	4
1	0,059	0,061	0,062	0,073
2	0,059	0,062	0,063	0,062
3	0,062	0,063	0,063	0,060

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Tabla 4.24: Valores De Gancho Tapa En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Tapa.

MUESTRA	GANCHO TAPA ($GT \pm 0,001$) pulg			
	1	2	3	4
1	0,078	0,09	0,095	0,084
2	0,079	0,083	0,084	0,077
3	0,078	0,077	0,083	0,079
4	0,092	0,088	0,085	0,091
5	0,093	0,084	0,085	0,088
6	0,084	0,093	0,079	0,089
7	0,087	0,086	0,092	0,086
8	0,088	0,086	0,084	0,085
9	0,078	0,080	0,075	0,085
10	0,083	0,082	0,097	0,066

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Verificación de Normalidad de la variable: Gancho tapa en la etapa de conformación tapa.

Statistix 8.0 27/07/2012, 9:09:28			
Shapiro-Wilk Normality Test			
Variable	N	W	P
V001	10	0.8823	0.1386
V002	10	0.9943	0.9997
V003	10	0.9349	0.4973
V004	10	0.8653	0.0882

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

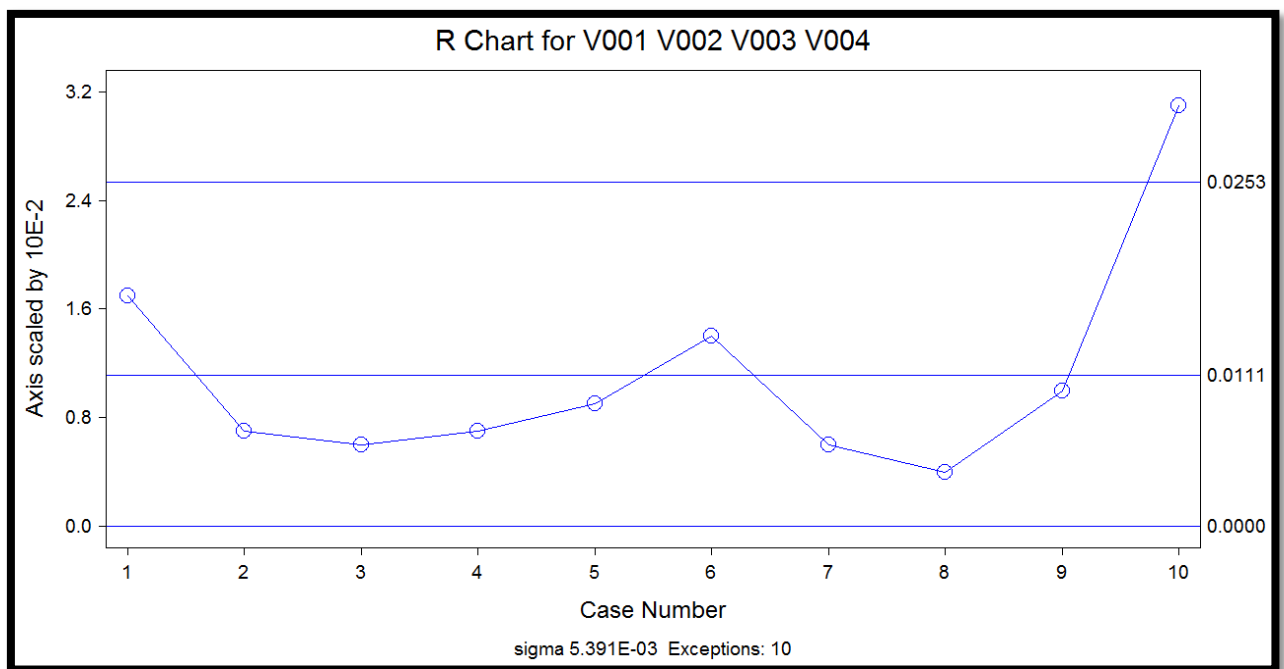


Figura 4.26: Gráfico preliminar de control para la variabilidad del gancho tapa, etapa de conformación tapa; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

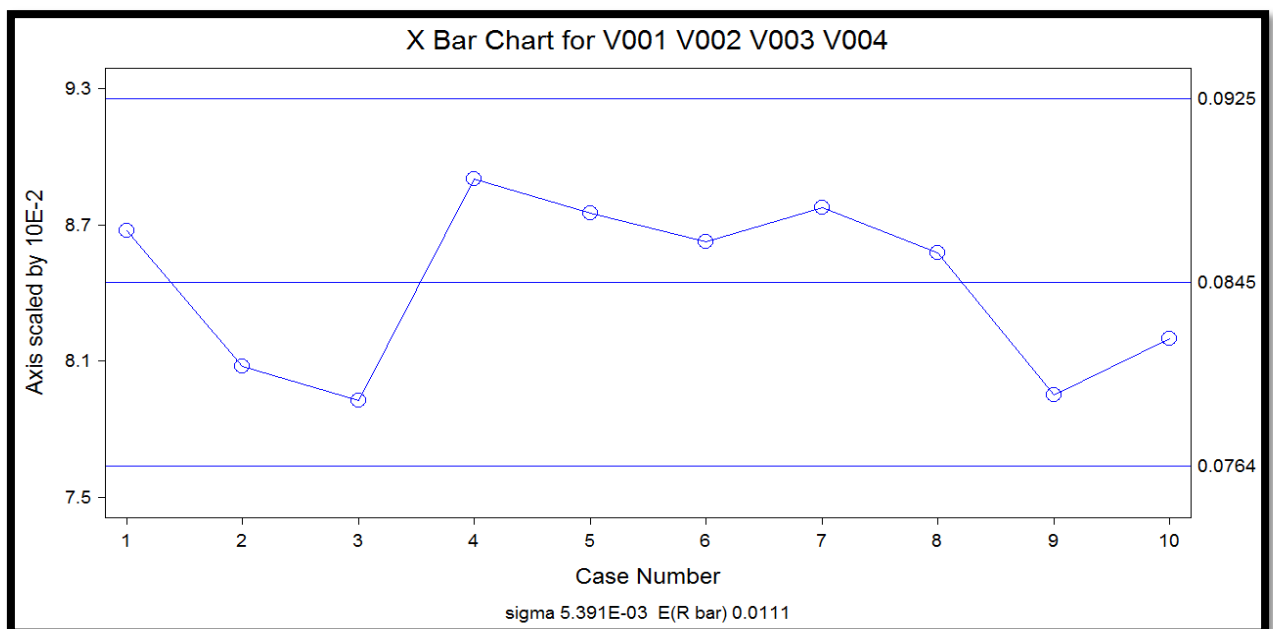


Figura 4.27: Gráfico preliminar de control para la media del gancho tapa, etapa de conformación tapa; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

Tabla 4.25: Valores De Gancho Tapa En El Muestreo De Verificación, Etapa De Conformación Tapa.

MUESTRA	GANCHO TAPA (GT $\pm$ 0,001) pulg			
	1	2	3	4
1	0,096	0,087	0,089	0,088
2	0,086	0,093	0,092	0,098
3	0,089	0,087	0,099	0,104

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Tabla 4.26: Valores De Gancho Tapa En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Fondo.

MUESTRA	GANCHO TAPA (GT $\pm$ 0,001) pulg			
	1	2	3	4
1	0,080	0,081	0,085	0,079
2	0,080	0,083	0,080	0,076
3	0,089	0,082	0,084	0,086
4	0,088	0,089	0,096	0,086
5	0,084	0,084	0,092	0,084
6	0,094	0,086	0,091	0,079
7	0,090	0,088	0,085	0,088
8	0,085	0,099	0,092	0,085
9	0,082	0,081	0,079	0,089
10	0,074	0,073	0,073	0,079

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Verificación de Normalidad de la variable: Gancho tapa en la etapa de conformación fondo.

Statistix 8.0			
27/07/2012, 9:12:27			
Shapiro-Wilk Normality Test			
Variable	N	W	P
V001	10	0.9832	0.9802
V002	10	0.9342	0.4900
V003	10	0.9581	0.7635
V004	10	0.9084	0.2702

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

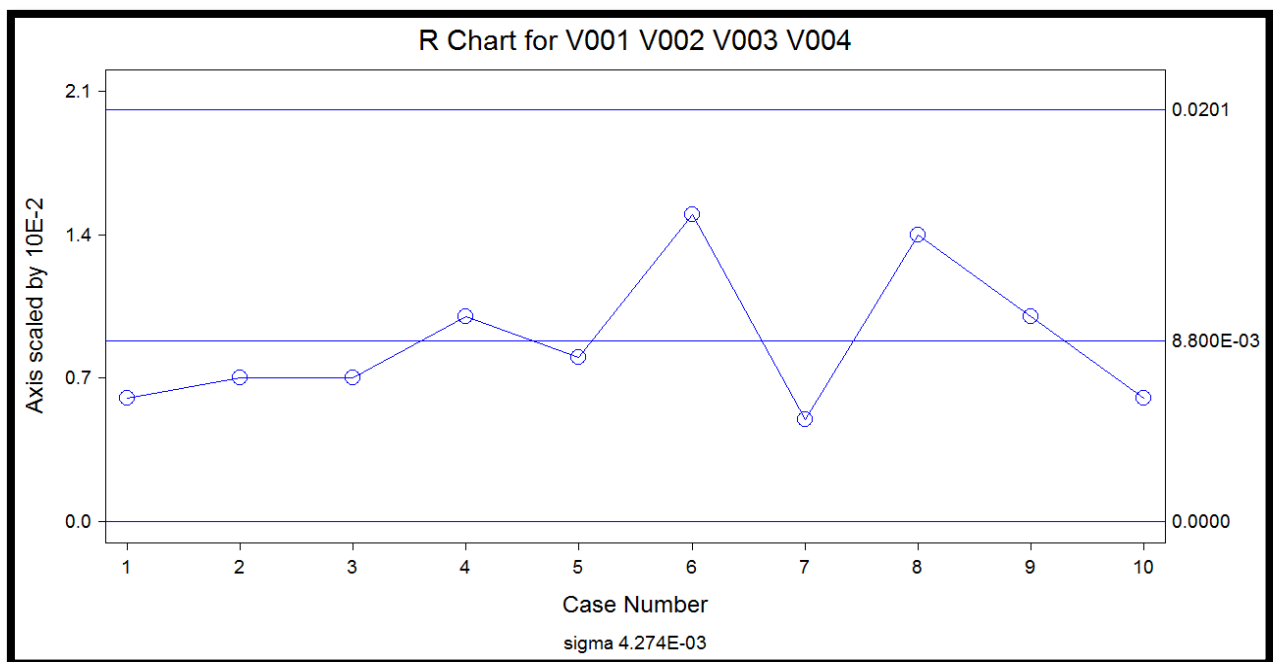


Figura 4.28: Gráfico preliminar de control para la variabilidad del gancho tapa, etapa de conformación fondo; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

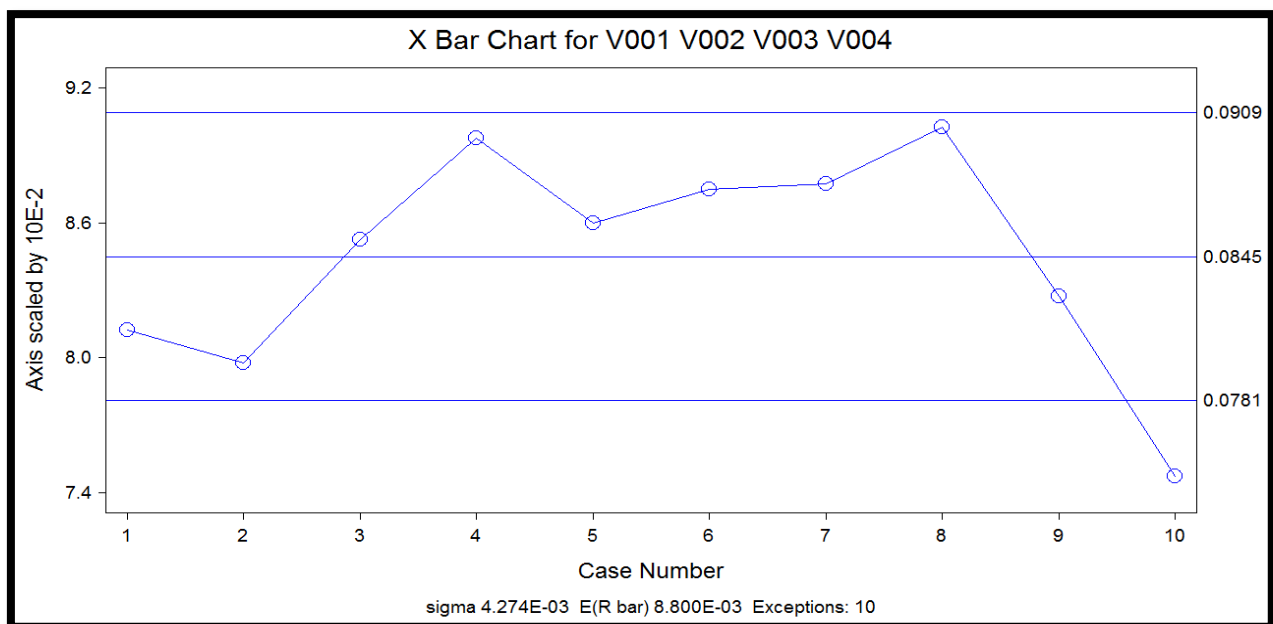


Figura 4.29: Gráfico preliminar de control para la media del gancho tapa, etapa de conformación fondo; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

Tabla 4.27: Valores De Gancho Tapa En El Muestreo De Verificación, Etapa De Conformación Fondo.

MUESTRA	GANCHO TAPA (GT $\pm$ 0,001) pulg			
	1	2	3	4
1	0,088	0,088	0,091	0,088
2	0,090	0,096	0,087	0,087
3	0,098	0,090	0,094	0,102

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Tabla 4.28: Valores De Gancho Cuerpo En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Tapa.

MUESTRA	GANCHO CUERPO (GC $\pm$ 0,001) pulg			
	1	2	3	4
1	0,101	0,119	0,113	0,102
2	0,109	0,116	0,108	0,114
3	0,106	0,107	0,118	0,112
4	0,100	0,101	0,102	0,090
5	0,100	0,098	0,096	0,101
6	0,096	0,104	0,116	0,095
7	0,091	0,099	0,095	0,093
8	0,104	0,106	0,105	0,098
9	0,115	0,104	0,097	0,098
10	0,108	0,108	0,091	0,098

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Verificación de Normalidad de la variable: Gancho cuerpo en la etapa de conformación tapa.

Statistix 8.0 27/07/2012, 9:18:04			
Shapiro-Wilk Normality Test			
Variable	N	W	P
V001	10	0.9886	0.9947
V002	10	0.9146	0.3138
V003	10	0.9405	0.5584
V004	10	0.9024	0.2329

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

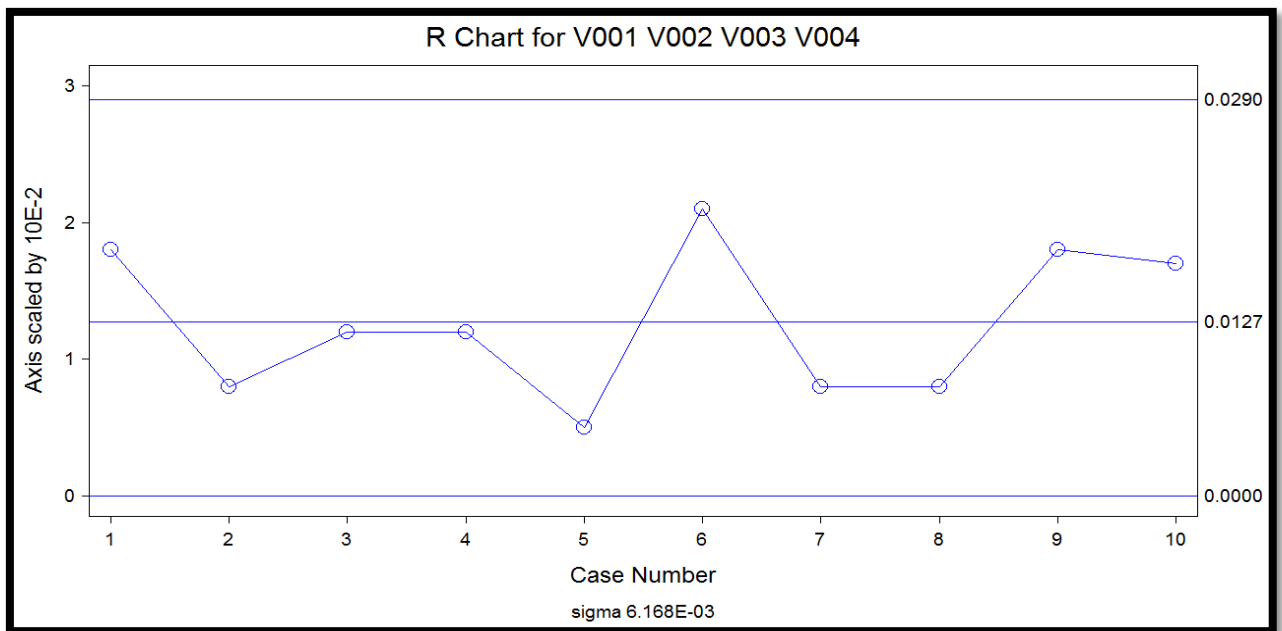


Figura 4.30: Gráfico preliminar de control para la variabilidad del gancho cuerpo, etapa de conformación tapa; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

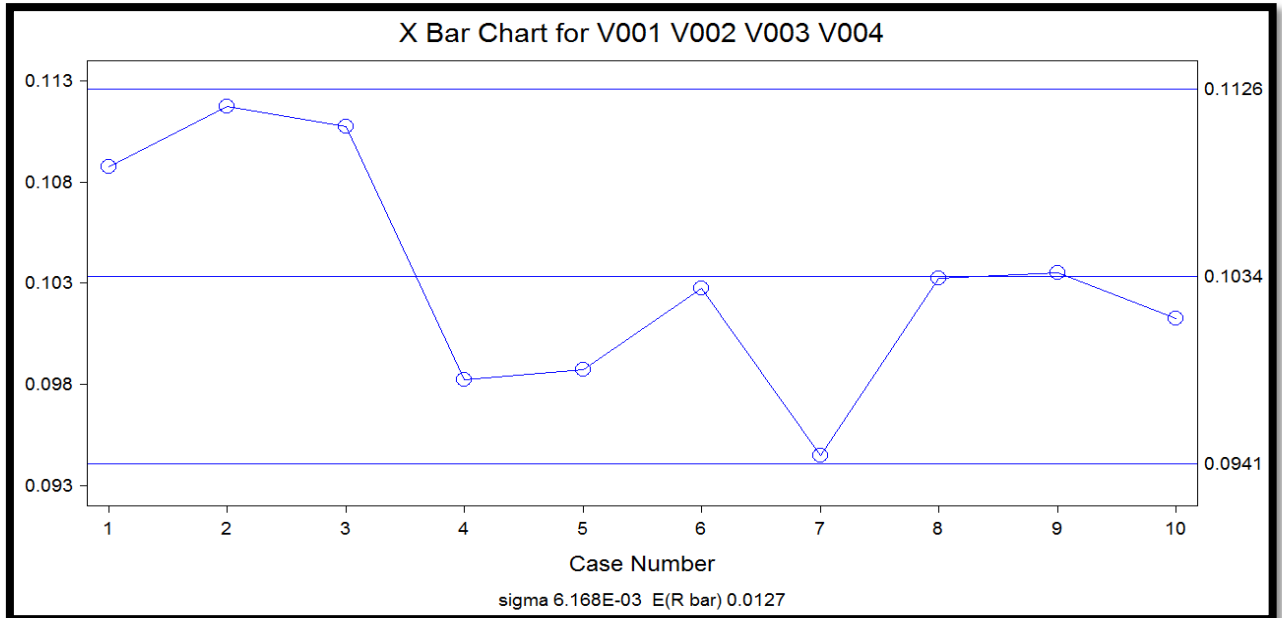


Figura 4.31: Gráfico preliminar de control para la media del gancho cuerpo, etapa de conformación tapa; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

Tabla 4.29: Valores De Gancho Cuerpo En El Muestreo De Verificación, Etapa De Conformación Tapa.

MUESTRA	GANCHO CUERPO (GC $\pm$ 0,001) pulg			
	1	2	3	4
1	0,100	0,106	0,096	0,102
2	0,101	0,106	0,106	0,104
3	0,106	0,104	0,106	0,105

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Tabla 4.30: Valores De Gancho Cuerpo En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Fondo.

MUESTRA	GANCHO CUERPO (GC $\pm$ 0,001) pulg			
	1	2	3	4
1	0,111	0,112	0,109	0,117
2	0,109	0,116	0,106	0,114
3	0,114	0,114	0,114	0,111
4	0,096	0,094	0,094	0,100
5	0,099	0,096	0,090	0,096
6	0,110	0,114	0,113	0,119
7	0,093	0,099	0,102	0,099
8	0,106	0,106	0,106	0,106
9	0,094	0,120	0,118	0,109
10	0,110	0,115	0,117	0,120

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Verificación de Normalidad de la variable: Gancho cuerpo en la etapa de conformación fondo.

Statistix 8.0 27/07/2012, 9:21:10				
Shapiro-Wilk Normality Test				
Variable	N	W	P	
V001	10	0.8738	0.1106	
V002	10	0.8812	0.1348	
V003	10	0.9295	0.4432	
V004	10	0.9329	0.4771	

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

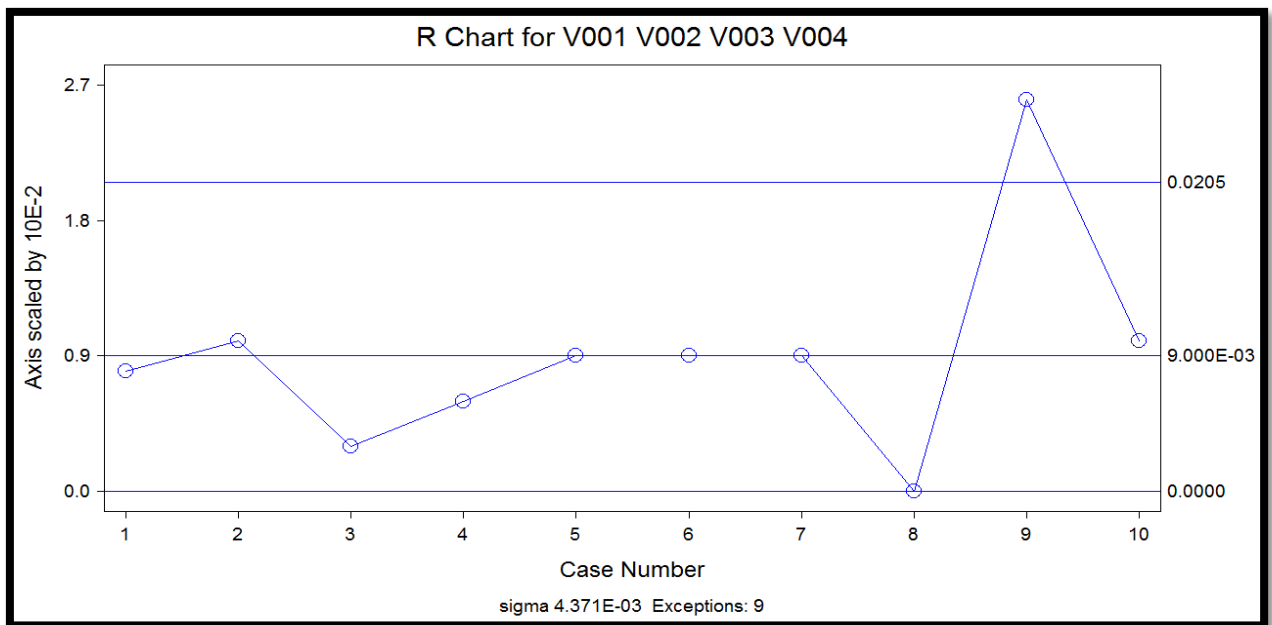


Figura 4.32: Gráfico Preliminar de control para la variabilidad del gancho cuerpo, etapa de conformación fondo; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

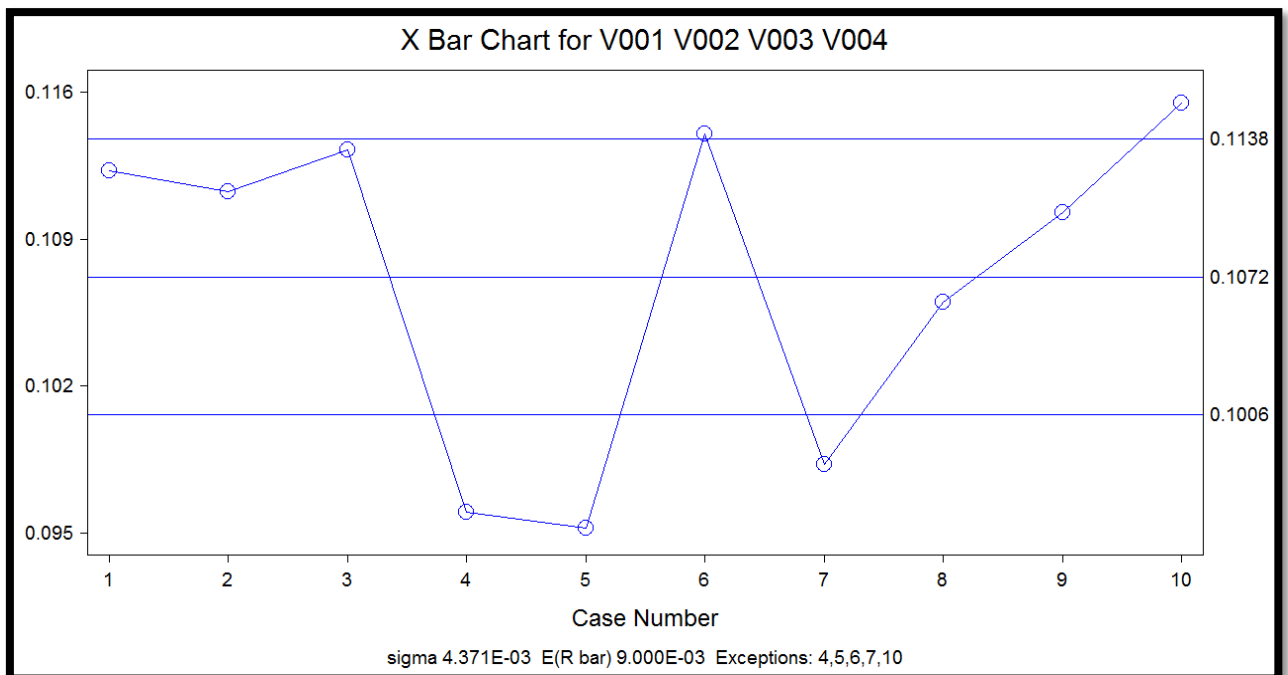


Figura 4.33: Gráfico Preliminar de control para la media del gancho cuerpo, etapa de conformación fondo; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

Tabla 4.31: Valores De Gancho Cuerpo En El Muestreo De Verificación, Etapa De Conformación fondo.

MUESTRA	GANCHO CUERPO (GC $\pm$ 0,001) pulg			
	1	2	3	4
1	0,105	0,106	0,106	0,106
2	0,106	0,101	0,106	0,106
3	0,105	0,106	0,104	0,106

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Tabla 4.32: Valores De Traslape En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Tapa.

MUESTRA	TRASLAPE (T $\pm$ 0,001) pulg			
	1	2	3	4
1	0,059	0,073	0,078	0,067
2	0,061	0,064	0,062	0,057
3	0,060	0,059	0,067	0,058
4	0,067	0,072	0,070	0,062
5	0,071	0,062	0,064	0,068
6	0,061	0,066	0,060	0,068
7	0,067	0,070	0,060	0,068
8	0,067	0,065	0,070	0,063
9	0,061	0,060	0,046	0,065
10	0,061	0,060	0,060	0,046

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Verificación de Normalidad de la variable: Traslape en la etapa de conformación tapa

Statistix 8.0			
27/07/2012, 9:24:09			
Shapiro-Wilk Normality Test			
Variable	N	W	P
V001	10	0.8350	0.0384
V002	10	0.9142	0.3113
V003	10	0.9380	0.5308
V004	10	0.8280	0.0316

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

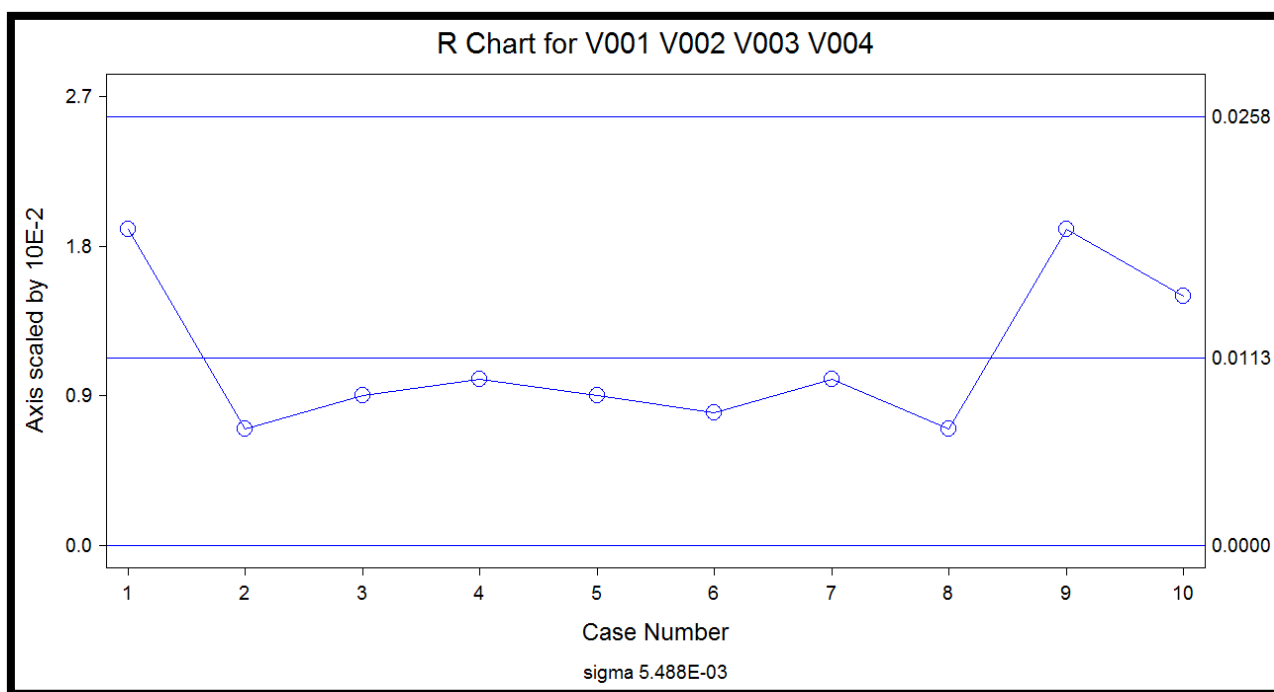


Figura 4.34: Gráfico preliminar de control para la variabilidad del traslape, etapa de conformación tapa; "Statistix", Versión 8.0 (1996).

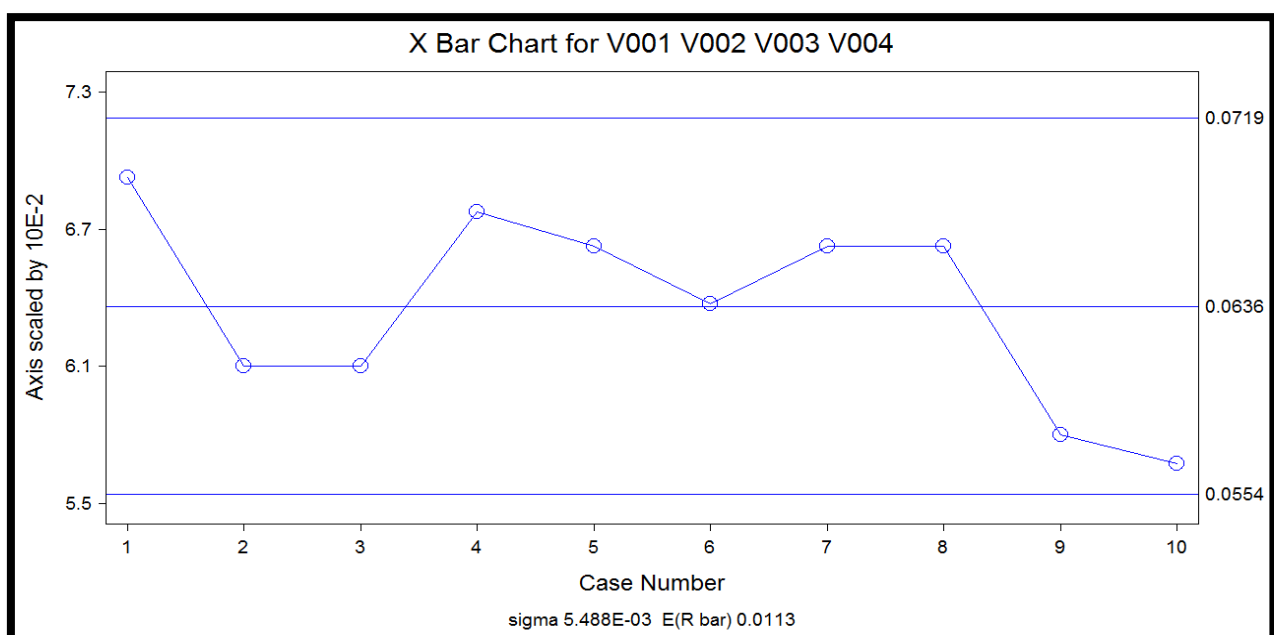


Figura 4.35: Gráfico preliminar de control para la media del traslape, etapa de conformación tapa; "Statistix", Versión 8.0 (1996).

Tabla 4.33: Valores De Traslape En El Muestreo De Verificación, Etapa De Conformación Tapa.

MUESTRA	TRASLAPE (T ± 0,001) pulg			
	1	2	3	4
1	0,064	0,063	0,068	0,065
2	0,065	0,067	0,070	0,081
3	0,072	0,064	0,075	0,084

Fuente: Alexis Villamarin (2012)

Tabla 4.34: Valores De Traslape En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Fondo.

MUESTRA	TRASLAPE (T ± 0,001) pulg			
	1	2	3	4
1	0,064	0,062	0,064	0,058
2	0,064	0,065	0,058	0,056
3	0,068	0,065	0,067	0,067
4	0,067	0,067	0,067	0,065
5	0,062	0,068	0,062	0,063
6	0,078	0,060	0,071	0,063
7	0,060	0,063	0,063	0,060
8	0,072	0,071	0,069	0,060
9	0,045	0,064	0,060	0,064
10	0,061	0,056	0,055	0,057

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Verificación de Normalidad de la variable: Traslape en la etapa de conformación fondo.

Statistix 8.0

27/07/2012, 9:26:14

Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
V001	10	0.9257	0.4066
V002	10	0.9859	0.9889
V003	10	0.9789	0.9590
V004	10	0.9564	0.7440

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

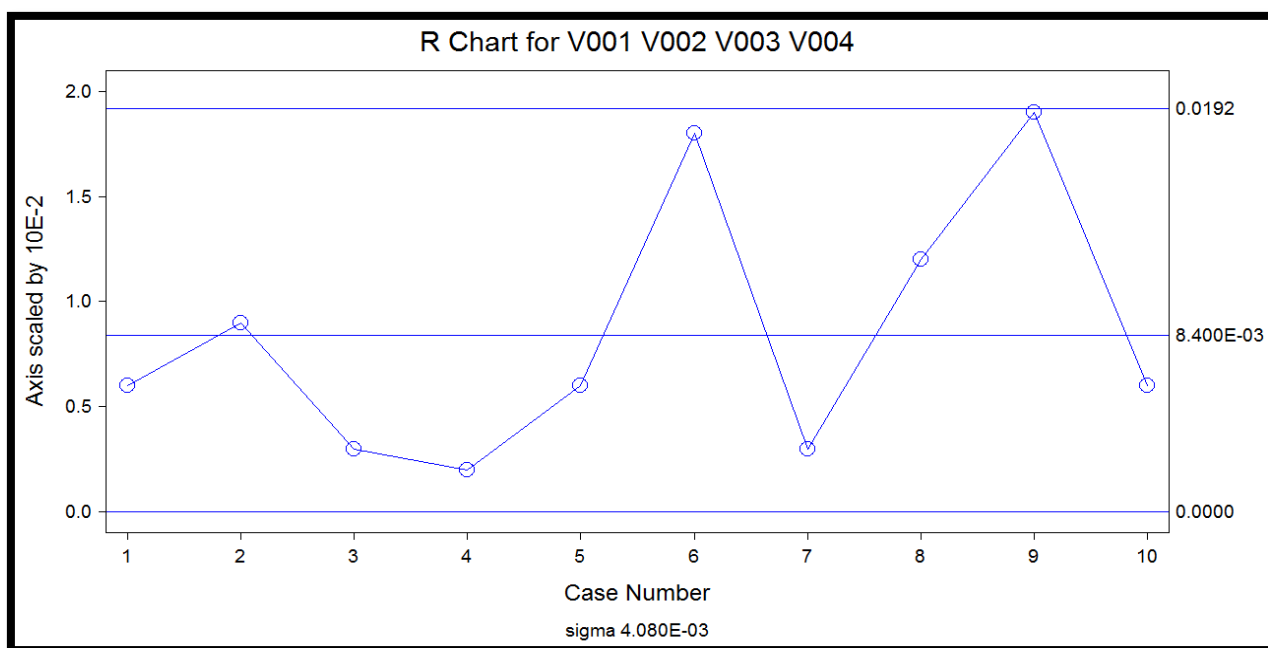


Figura 4.36: Gráfico preliminar de control para la variabilidad del traslape, etapa de conformación fondo; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

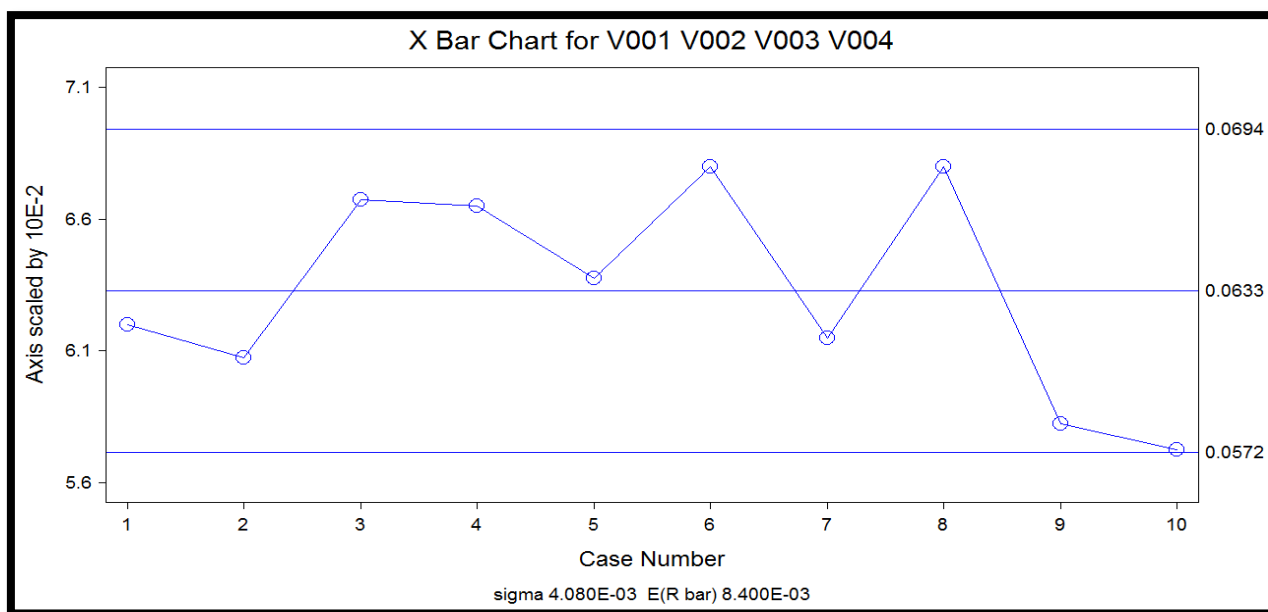


Figura 4.37: Gráfico preliminar de control para la media del traslape, etapa de conformación fondo; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

Tabla 4.35: Valores De Traslape En El Muestreo De Verificación, Etapa De Conformación Fondo.

MUESTRA	TRASLAPE ($T \pm 0,001$) pulg			
	1	2	3	4
1	0,070	0,061	0,076	0,067
2	0,062	0,067	0,063	0,064
3	0,070	0,066	0,072	0,078

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Tabla 4.36: Valores De Anchura En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Tapa.

MUESTRA	ANCHURA ($A \pm 0,001$) pulg			
	1	2	3	4
1	0,141	0,146	0,142	0,150
2	0,142	0,147	0,140	0,147
3	0,148	0,144	0,144	0,144
4	0,140	0,139	0,139	0,139
5	0,138	0,131	0,137	0,138
6	0,140	0,152	0,140	0,148
7	0,137	0,138	0,137	0,137
8	0,139	0,140	0,140	0,140
9	0,150	0,154	0,152	0,146
10	0,139	0,148	0,146	0,155

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Verificación de Normalidad de la variable: Anchura en la etapa de conformación tapa

Statistix 8.0

20/09/2012, 0:01:02

Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
V001	10	0.8237	0.0281
V002	10	0.9734	0.9208
V003	10	0.8732	0.1089
V004	10	0.9468	0.6311

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

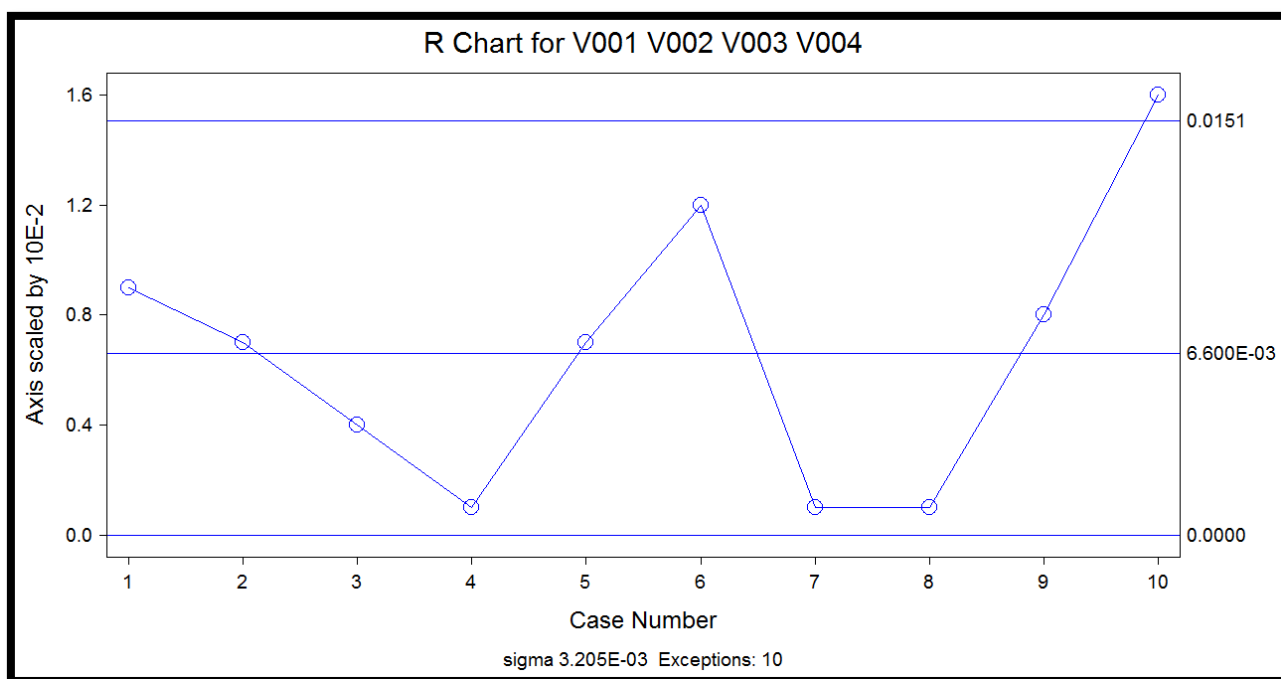


Figura 4.38: Gráfico preliminar de control para la variabilidad de la anchura, etapa de conformación tapa; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

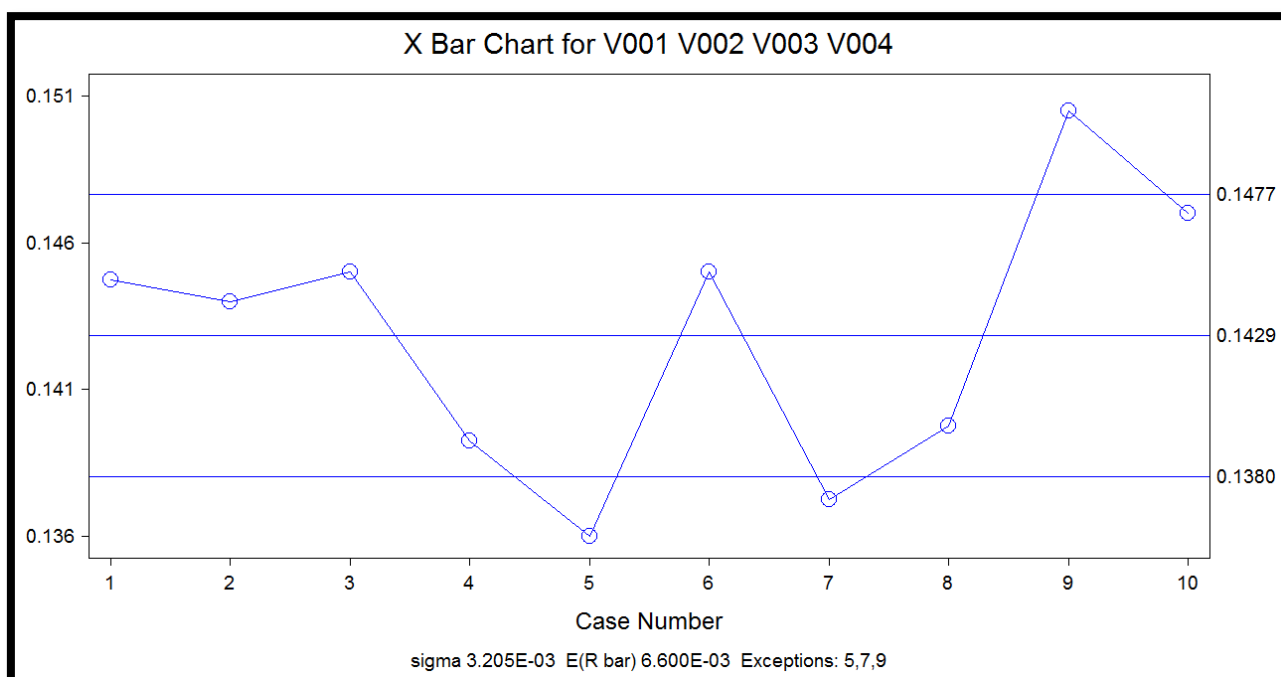


Figura 4.39: Gráfico preliminar de control para la media de la anchura, etapa de conformación tapa; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

Tabla 4.37: Valores De Anchura En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Fondo.

MUESTRA	ANCHURA ($A \pm 0,001$) pulg			
	1	2	3	4
1	0,140	0,150	0,144	0,137
2	0,142	0,147	0,144	0,146
3	0,142	0,141	0,146	0,147
4	0,139	0,138	0,137	0,138
5	0,139	0,138	0,137	0,136
6	0,138	0,140	0,149	0,137
7	0,137	0,137	0,136	0,136
8	0,137	0,139	0,140	0,139
9	0,148	0,146	0,140	0,137
10	0,147	0,145	0,154	0,134

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Verificación de Normalidad de la variable: Anchura en la etapa de conformación fondo

Statistix 8.0

27/07/2012, 9:05:08

Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
V001	10	0.8625	0.0817
V002	10	0.9015	0.2275
V003	10	0.9281	0.4296
V004	10	0.7886	0.0105

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

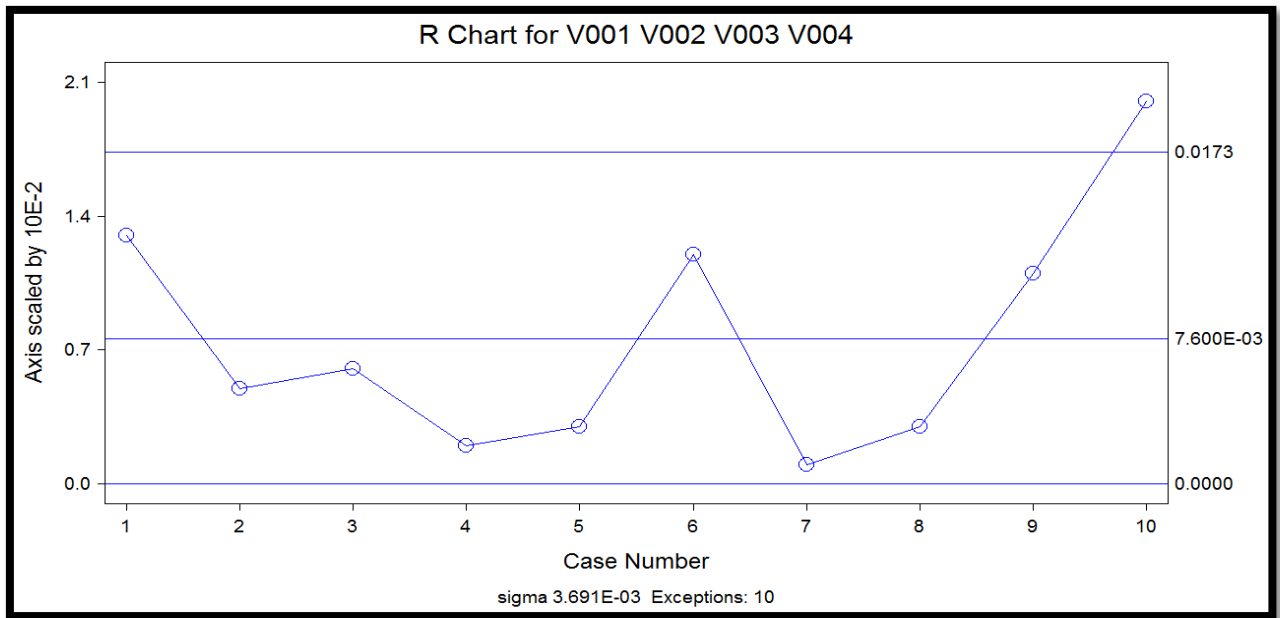


Figura 4.40: Gráfico preliminar de control para la variabilidad de la anchura, etapa de conformación fondo; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

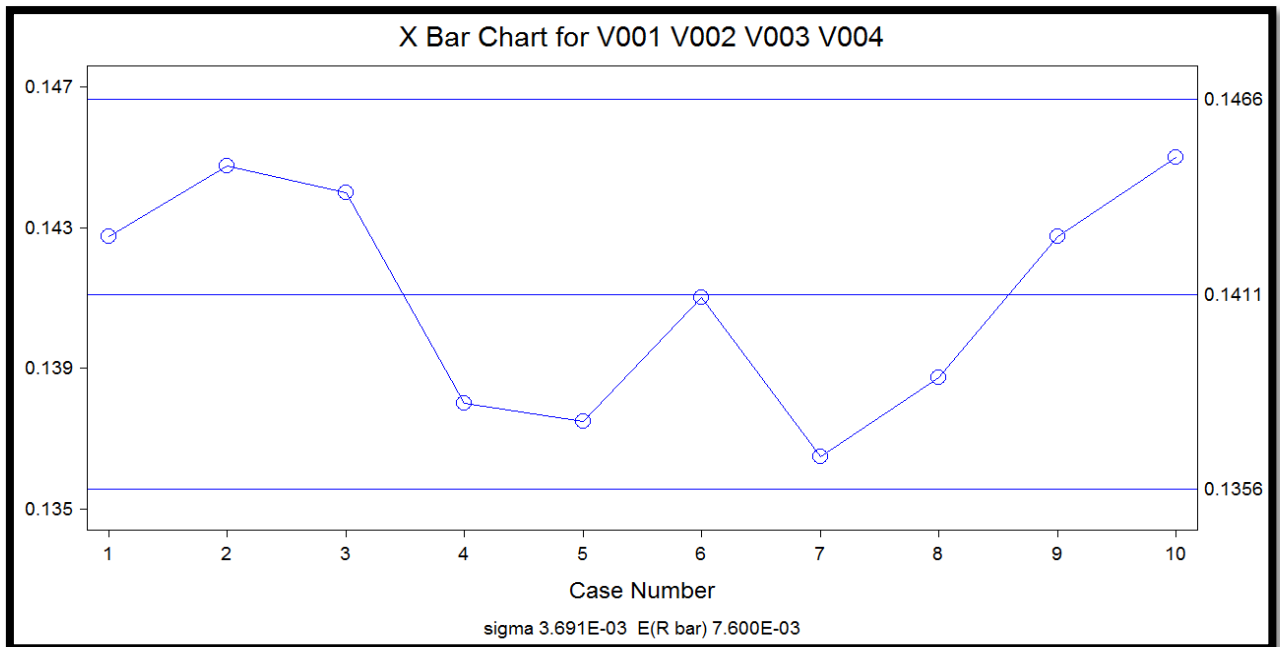


Figura 4.41: Gráfico preliminar de control para la media de la anchura, etapa de conformación fondo; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

Tabla 4.38: Valores De Profundidad En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Tapa.

MUESTRA	PROFUNDIDAD ($P \pm 0,0001$) pulg			
	1	2	3	4
1	0,1610	0,1655	0,1600	0,1610
2	0,1630	0,1630	0,1650	0,1655
3	0,1650	0,1630	0,1605	0,1635
4	0,1625	0,1570	0,1600	0,1620
5	0,1600	0,1750	0,1625	0,1600
6	0,1590	0,1625	0,1845	0,1655
7	0,1580	0,1650	0,1750	0,1600

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Verificación de Normalidad de la variable: Profundidad en la etapa de conformación tapa

Statistix 8.0

14/08/2012, 14:56:25

Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
V001	7	0.9776	0.9473
V002	7	0.8736	0.1995
V003	7	0.7823	0.0272
V004	7	0.8725	0.1951

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

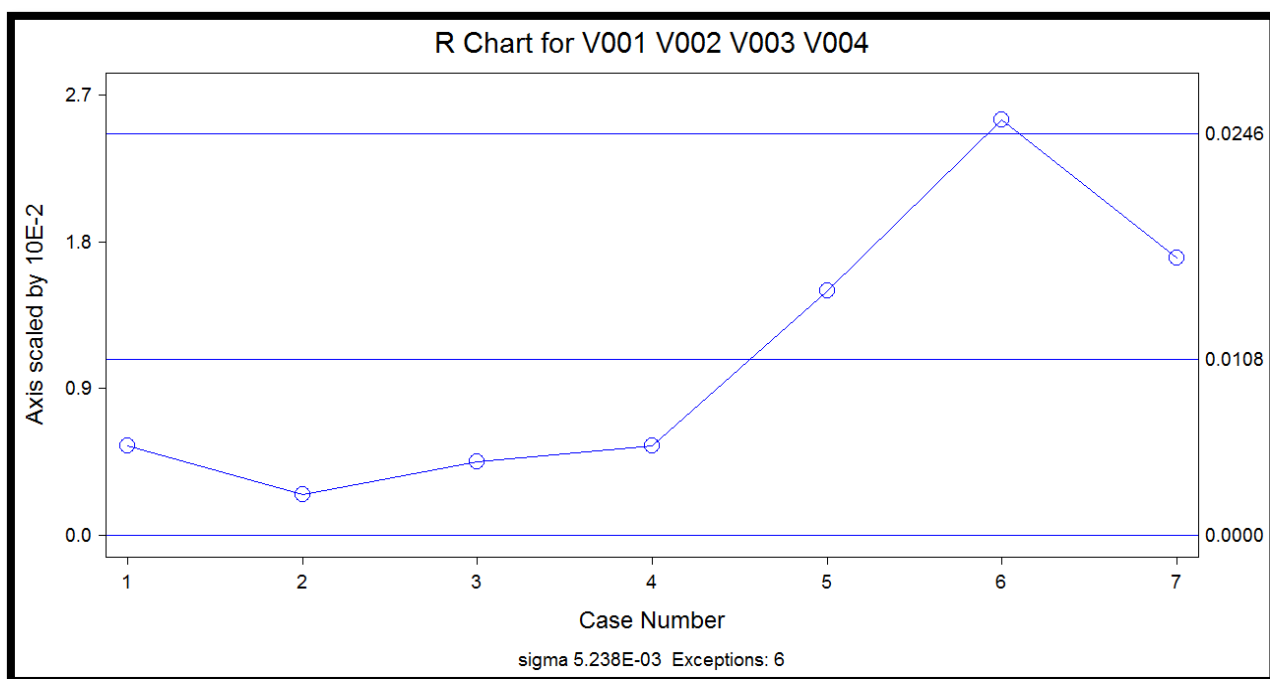


Figura 4.42: Gráfico preliminar de control para la variabilidad de la profundidad, etapa de conformación tapa; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

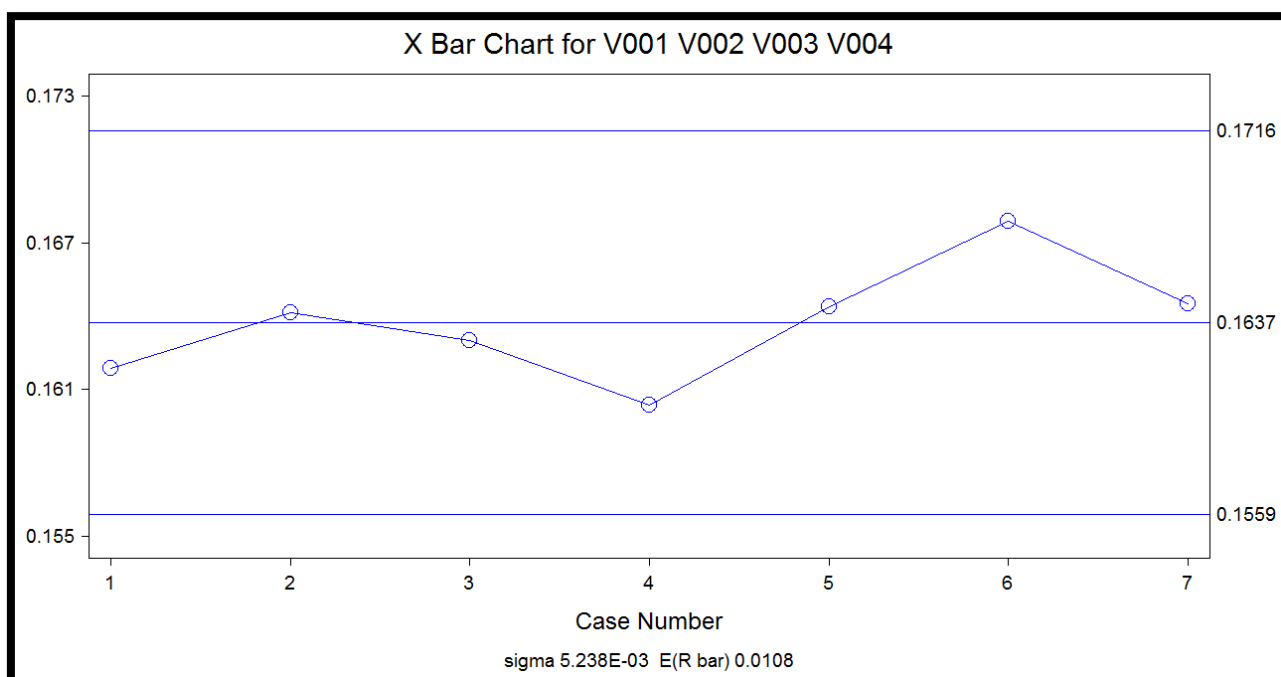


Figura 4.43: Gráfico preliminar de control para la media de la profundidad, etapa de conformación tapa; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

Tabla 4.39: Valores De Profundidad En El Muestreo De Verificación, Etapa De Conformación Tapa.

MUESTRA	PROFUNDIDAD ($P \pm 0,0001$) pulg			
	1	2	3	4
1	0,1556	0,1600	0,1610	0,1770
2	0,1580	0,1620	0,1660	0,1635
3	0,1560	0,1595	0,1565	0,1585

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Tabla 4.40: Valores De Profundidad En El Muestreo Piloto, Etapa De Conformación Fondo.

MUESTRA	PROFUNDIDAD ($P \pm 0,0001$) pulg			
	1	2	3	4
1	0,1620	0,1605	0,1610	0,1600
2	0,1620	0,1580	0,1625	0,1640
3	0,1620	0,1630	0,1580	0,1585
4	0,1610	0,1625	0,1645	0,1615
5	0,1600	0,1595	0,1615	0,1610
6	0,1625	0,1640	0,1610	0,1615
7	0,1610	0,1610	0,1605	0,1610

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Verificación de Normalidad de la variable: Profundidad en la etapa de conformación fondo

Statistix 8.0

14/08/2012, 14:59:54

Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
V001	7	0.8906	0.2778
V002	7	0.9770	0.9439
V003	7	0.9536	0.7627
V004	7	0.9345	0.5899

Fuente: "Statistix", Version 8.0 (1996)

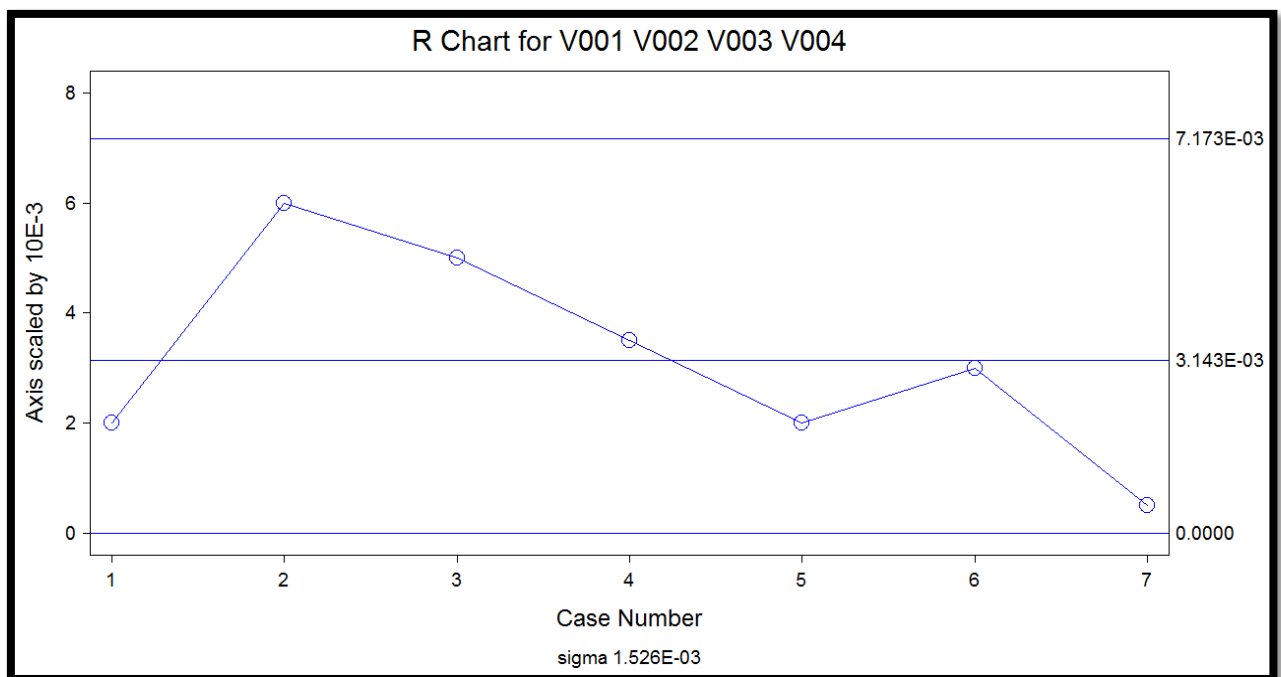


Figura 4.44: Gráfico preliminar de control para la variabilidad de la profundidad, etapa de conformación fondo; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

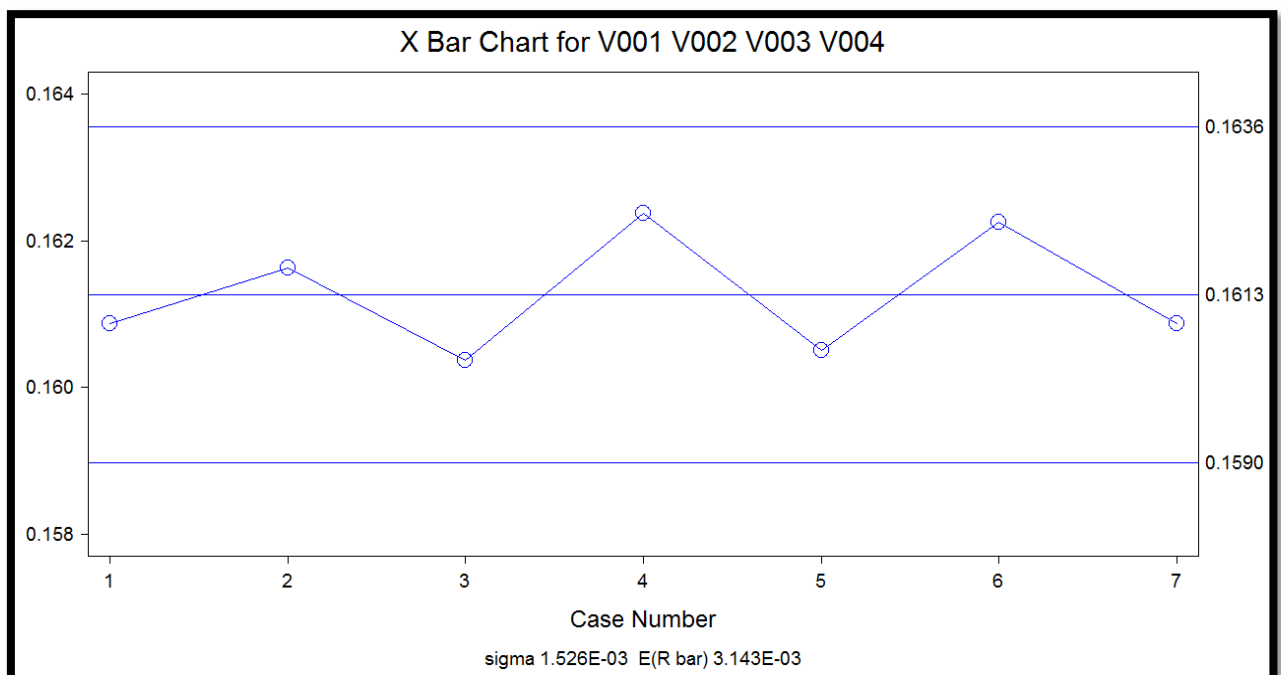


Figura 4.45: Gráfico preliminar de control para la media de la profundidad, etapa de conformación fondo; “Statistix”, Versión 8.0 (1996).

Tabla 4.41: Valores De Profundidad En El Muestreo De Verificación, Etapa De Conformación Fondo.

MUESTRA	PROFUNDIDAD ($P \pm 0,0001$) pulg			
	1	2	3	4
1	0,1557	0,1597	0,1555	0,1550
2	0,1640	0,1615	0,1600	0,1605
3	0,1560	0,1575	0,1580	0,1610

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

En cada etapa basto con verificar que las mediciones obtenidas en el muestreo de verificación estuviesen dentro de los límites de las gráficas de control preliminares para aceptar las mismas como una buena opción en la propuesta-actualización de los parámetros de control.

Tabla 4.a: Matriz Técnica De Procesos.

ETAPA	DESCRIPCION	RESPONSABLE DE MONITOREO	MEDIDAS CRITERIOS PARA EL CONTROL	REGISTROS	EQUIPOS	
					FORMACION	VERIFICACION
FORMACION DE ASAS	En esta etapa se corta el alambre y se conforman las asas a ser empleadas en las tapas.	Ayudantes generales. Ajustadores de máquina. Coordinador de producción.	Longitud del alambre. Diámetro del alambre.	Agregar en formulario de reporte de producción chequeos y trazabilidad respecto del lote.	Formador de asas.	GAGE.
FORMACION DE PORTA ASAS	En esta etapa se troquelan los porta asas.	Ayudantes generales. Ajustadores de máquina. Coordinador de producción.	Anchura del porta asas. Altura del canal.	Agregar en formulario de reporte de producción chequeos y trazabilidad respecto del lote.	Prensa.	GAGE
FORMACION DE TAPAS Y FONDOS	En esta etapa se troquelan las tapas y los fondos.	Ayudantes generales. Ajustadores de máquina. Coordinador de producción.	Longitud de pestana. Profundidad de la tapa o fondo.	Agregar en formulario de reporte de producción chequeos y trazabilidad respecto del lote.	Prensa.	Medidor de pestana <u>Profundímetro.</u>
APLICACION DEL COMPUESTO	En esta etapa se agrega una mezcla de goma especial en el interior de la pestana tanto de la tapa como el fondo lo cual ayuda con la hermeticidad en el doble cierre.	Ayudantes generales. Ajustadores de máquina. Coordinador de producción.	Peso de compuesto. Distribución del compuesto. Destreza del operador.	Agregar en formulario de reporte de producción chequeos y trazabilidad respecto del lote.	Aplicadores de compuesto. Horno.	Balanza

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Tabla 4.a: Matriz Técnica De Procesos (Cont.)

ETAPA	DESCRIPCION	RESPONSABLE DE MONITOREO	MEDIDAS CRITERIOS PARA EL CONTROL	REGISTROS	EQUIPOS	
					FORMACION	VERIFICACION
SOLDADO DE PORTASAS	Esta etapa solo aplica para las tapas y en ella se suelda el porta asa con su respectiva asa a las tapas.	Ayudantes generales. Ajustadores de máquina. Coordinador de producción.	Destreza del operador.	Libro de novedades.	Soldadora de electro punto.	Dinamómetro.
CORTADO DE LAMINAS	En esta etapa del proceso se secciona en dos las láminas que vienen de litografía.	Ayudantes generales. Ajustadores de máquina. Coordinador de producción.	Altura del cuerpo. Desarrollo del cuerpo. Escuadra del cuerpo. Espesor de láminas.	Agregar en formulario de reporte de producción chequeos y trazabilidad respecto del lote.	Cortadora	Vernier.
CILINDRADO	Acá se alimentan láminas que previamente han pasado por la cortadora para realizar el cilindrado de la lámina y soldado de la misma.	Ayudantes generales. Ajustadores de máquina. Coordinador de producción.	Temple de láminas. Presión de los rodillos formadores de curvado. Presión ejercida por el gato hidráulico en las roldanas y consecuente ajuste de corriente. Solapado de soldadura. Temperatura de enfriamiento de las roldanas (<u>chiler</u>).	Agregar en formulario de reporte de producción chequeos y trazabilidad respecto del lote	Electro soldadora.	Vernier <u>Durometro</u> .

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Tabla 4.a: Matriz Técnica De Procesos (Cont.)

ETAPA	DESCRIPCION	RESPONSABLE DE MONITOREO	MEDIDAS CRITERIOS PARA EL CONTROL	REGISTROS	EQUIPOS	
					FORMACION	VERIFICACION
EXPANSION DE CILINDRO	En esta etapa del proceso el cilindro conformado es expandido a la forma cuadrada.	Ayudantes generales. Ajustadores de máquina. Coordinador de producción.	Longitudes diagonales.	Agregar en formulario de reporte de producción chequeos y trazabilidad respecto del lote	<u>Maquina expansora.</u>	Vernier.
FORMACION DE NERVIOS EN EL CUERPO	Los envases ya con forma cuadrada son nervados es decir se les hacen nervios en las aristas para aumentar la rigidez de este.	Ayudantes generales. Ajustadores de máquina. Coordinador de producción.	Destreza del operador. Profundidad del nervio (medición por cada tantas latas fabricadas, posible desgaste de formadores de nervios)	Vaciar resultado en libro de novedades.	<u>Encornadora.</u>	<u>Profundimetro.</u>
PESTANADO DE CUERPO	En esta etapa se realiza el "doblez" conocido como pestana del cuerpo para consecuentemente conformación de doble cierre.	Ayudantes generales. Ajustadores de máquina. Coordinador de producción.	Longitud de la pestana del cuerpo (laterales y esquinas).	Agregar en formulario de reporte de producción chequeos y trazabilidad respecto del lote	<u>Pestañadora.</u>	Medidor de pestana.
TAPADO DE LATA	En esta etapa se conforma en su totalidad el envase a través del doble cierre de la tapa y el fondo con el cuerpo.	Ayudantes generales. Ajustadores de máquina. Coordinador de producción.	Espesor Anchura Profundidad Gancho tapa Gancho Cuerpo Traslape	Inspección de doble cierre. Libro de novedades.	Tapadoras.	<u>Profundimetro.</u> <u>Micrometro de doble cierre.</u>

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Tabla 4.a: Matriz Técnica De Procesos (Cont.)

ETAPA	DESCRIPCION	RESPONSABLE DE MONITOREO	MEDIDAS CRITERIOS PARA EL CONTROL	REGISTROS	EQUIPOS	
					FORMACION	VERIFICACION
PRUEBA DE HERMETICIDAD	Se sumergen los envases en un tanque con agua manteniendo su interior lleno con aire a una determinada presión, y de esta forma evaluar si existen fugas.	Ayudantes generales. Ajustadores de máquina. Coordinador de producción.	Destreza del operador.	Agregar en formulario de reporte de producción chequeos y trazabilidad respecto del lote (corresponderá a conformidad o no conformidad)	Probadora.	No aplica.
EMPACADO Y FLEJADO	Se paletizan, flejan y envuelven con envoplast los envases terminados.	Ayudantes generales. Ajustadores de máquina. Coordinador de producción.	Destreza del operador.	Agregar en formulario de reporte de producción chequeos y trazabilidad respecto del lote	Plastificadora. Mesa de flejado.	No aplica.

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Tabla 4.43: Parámetros de Proceso Obtenidos.

ETAPA	VARIABLE	UNID.	PARAMETROS ESTANDARIZADOS	OBSERVACIONES
CORTADO DE LÁMINAS	Altura	in	LS = 13,9400 $\bar{x}$ = 13,9372 LI = 13,9344	con grafica $\pm 4,5\sigma$
	Desarrollo	in	LS = 35,3193 $\bar{x}$ = 35,3137 LI = 35,3082	
	Escuadra	mm	LS = 0,07 <i>Mediana</i> = 0,02 LI = 0,00	
	Esp. De Lam	mm	LS = 0,2945 $\bar{x}$ = 0,2896 LI = 0,2848	
CILINDRADO DE LÁMINAS	Solapado Sup	mm	LS = 4,4455 $\bar{x}$ = 4,2773 LI = 4,1090	Esto pasa a ser solo una referencia pues en ningún momento se midió el diámetro abierto, con fines de no destruir material.
	Solapado Inf	mm		Se debe hallar la forma de identificar como afecta a este solapado el ajuste de los tornillos en la maquina Soudronic, ya que el muestreo de verificación no se cumplió y se sabe que esta variable interviene y no hay forma exacta de controlarla.
EXPANSION DE CILINDROS	Diagonal 1	in	LS = 12,430 $\bar{x}$ = 12,366 LI = 12,301	
	Diagonal 2	in	LS = 12,442 $\bar{x}$ = 12,383 LI = 12,323	
CORNADO DE CUERPO	Prof. Nervio	in	LS = 0,0374 $\bar{x}$ = 0,0349 LI = 0,0325	

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

Tabla 4.43: Parámetros de Proceso Obtenidos (Cont.).

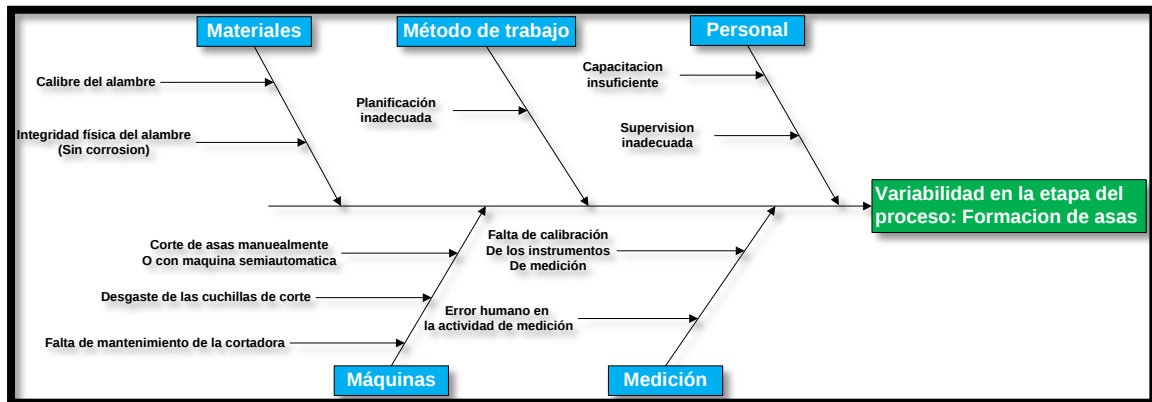
ETAPA	VARIABLE	UNID.	PARAMETROS ESTANDARIZADOS	OBSERVACIONES
PESTANADO	Long. Pest fondo	in	LS = 0,1664 $\bar{x}$ = 0,1614 LI = 0,1564	
	Long. Pest tapa	in		No puedo emplear graficas de control debido a que la data no presenta comportamiento normal, lo cual se debe claramente al desgaste que presenta la pestanadora en este cabezal, solo puedo tomar como referencia la pestana del cuerpo de fondo.
CONFORMACION TAPA	Espesor	in	LS = 0,0700 $\bar{x}$ = 0,0635 LI = 0,0570	
	Anchura	in		Grafico refleja severidad en la condición fuera de control
	Prof.	in	LS = 0,1716	
	GT	in	LI = 0,0764	
	GC	in	LS = 0,1126 $\bar{x}$ = 0,1034 LI = 0,0941	
	Traslape	in	LI = 0,0554	
CONFORMACION FONDO	Espesor	in	LS = 0,0691 $\bar{x}$ = 0,0627 LI = 0,0562	
	Anchura	in	LS = 0,1466	
	Prof.	in	LS = 0,1636	
	GT	in	LI = 0,0781	
	GC	in		Aca no puedo concluir pues la grafica refleja una condición severa de fuera de control.
	Traslape	in	LI = 0,0572	

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

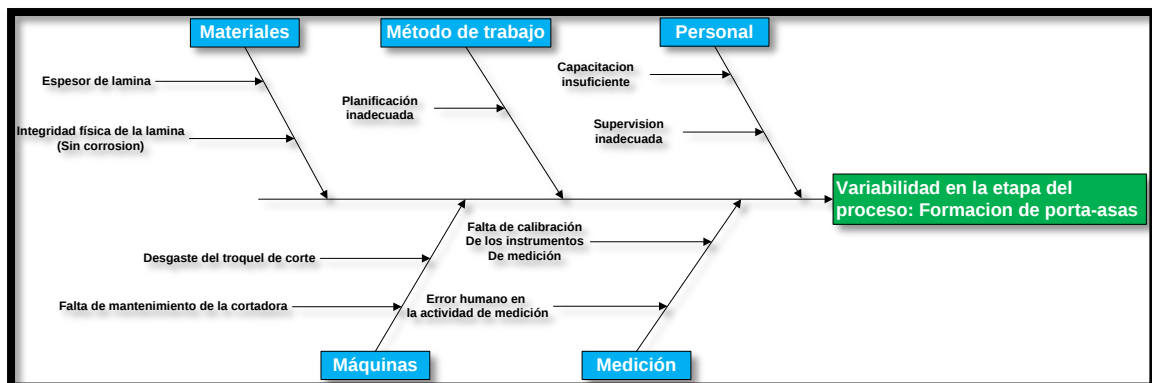
Diagramas de Ishikawa por etapa:

Posteriormente es organizada la información recabada en Diagramas de Ishikawa para que de esta forma se facilite la detección de puntos en los cuales se puedan emprender acciones correctivas asociadas a la posible variabilidad en las variables de salida presente en dicha etapa del proceso (enfoque preventivo)

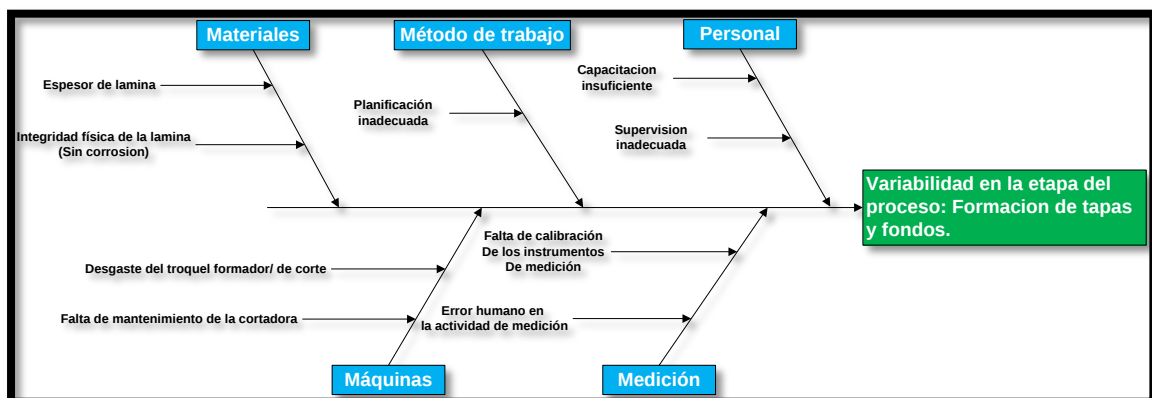
- **FORMACION DE ASAS**



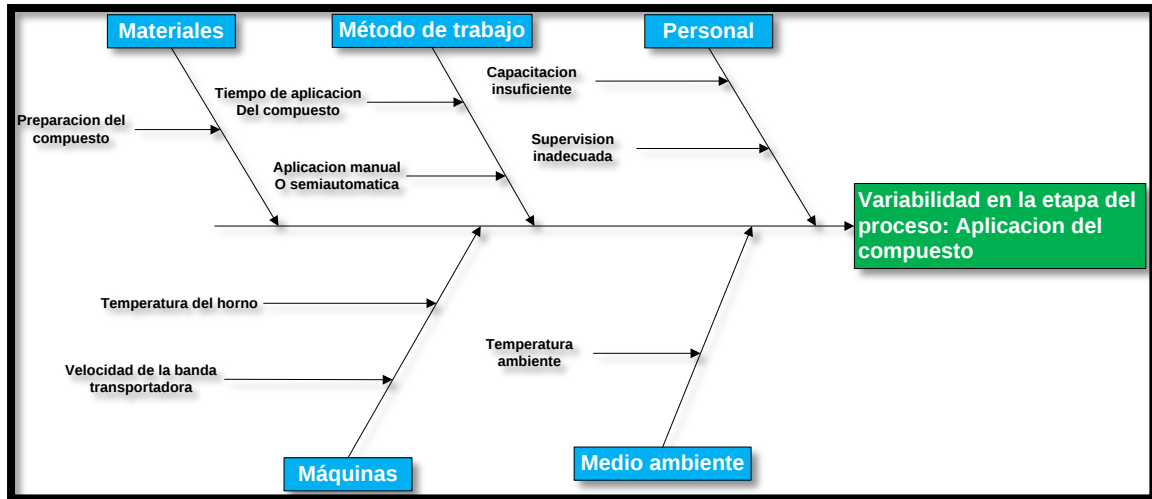
- **FORMACION DE PORTA ASAS**



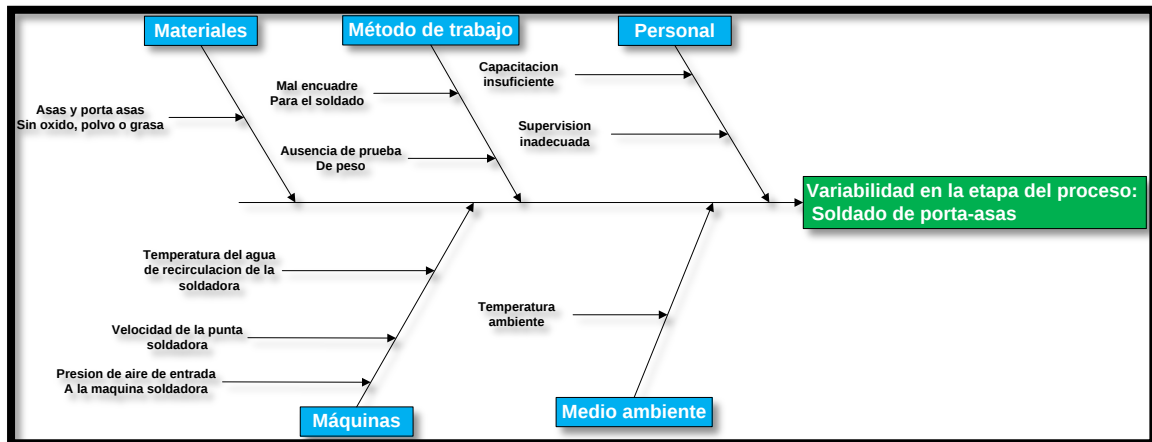
- **FORMACION DE TAPAS Y FONDOS**



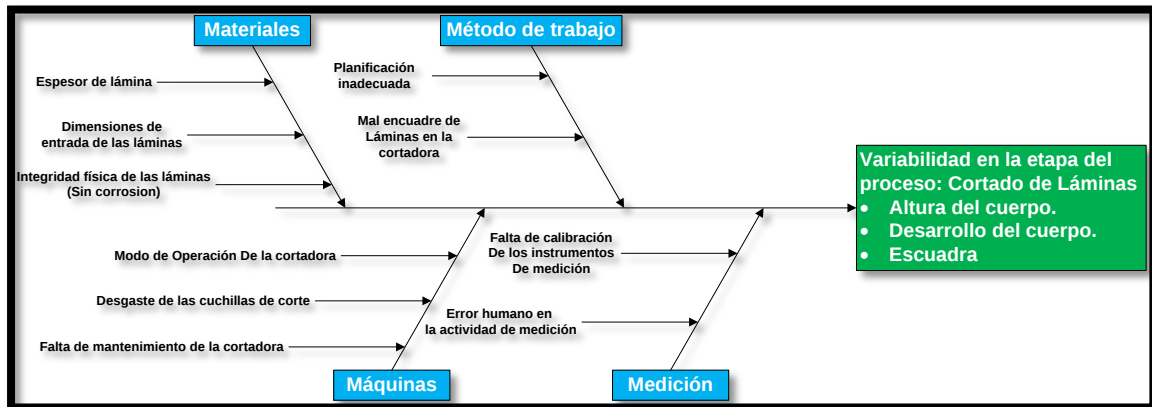
• APLICACIÓN DEL COMPUESTO



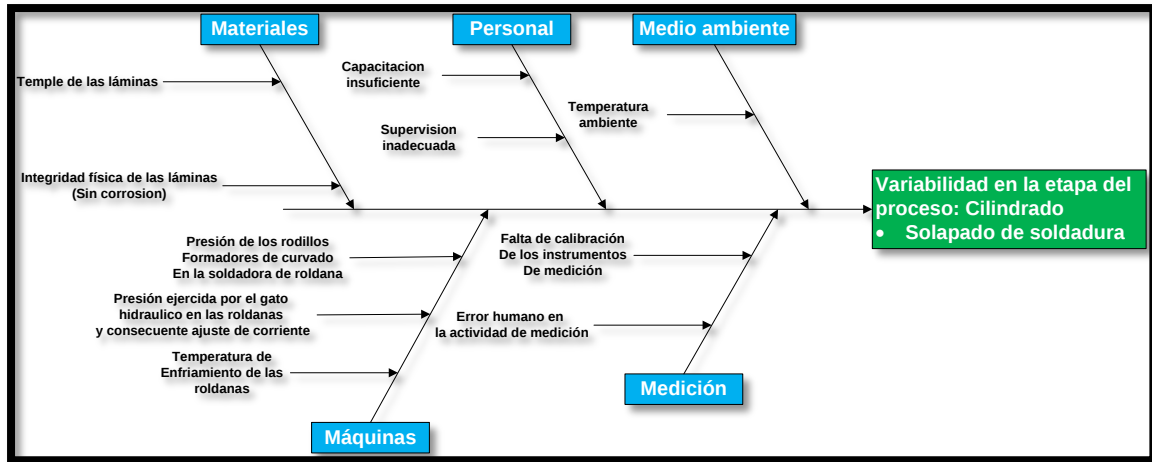
• SOLDADO DE PORTASAS



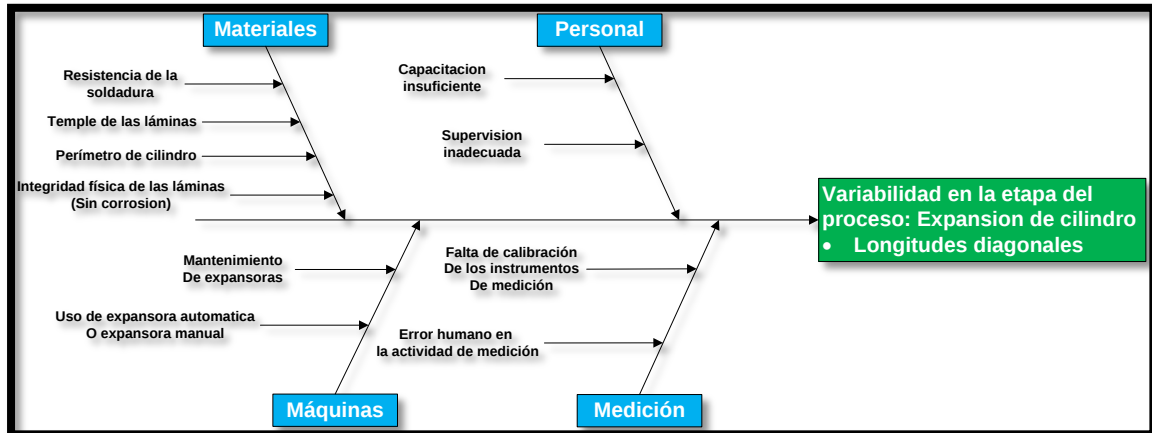
• CORTADO DE LAMINAS



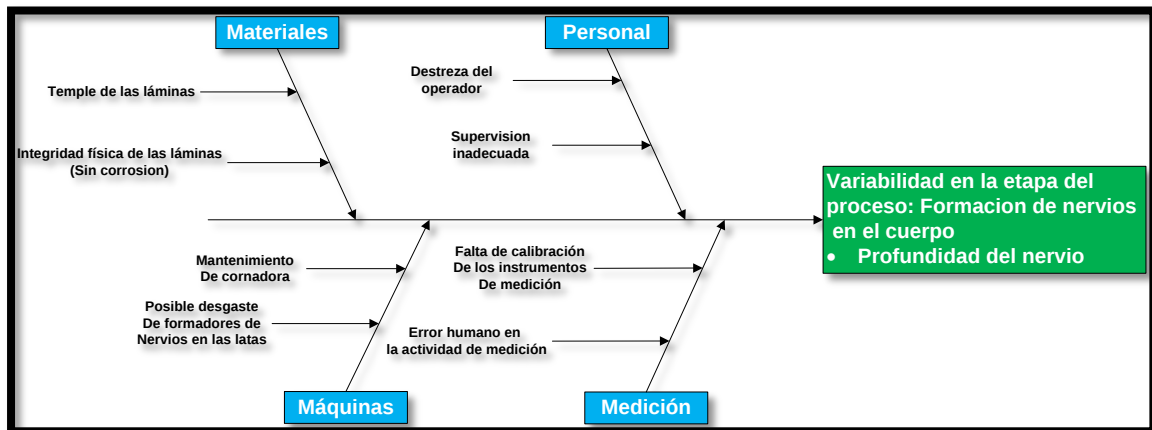
• CILINDRADO



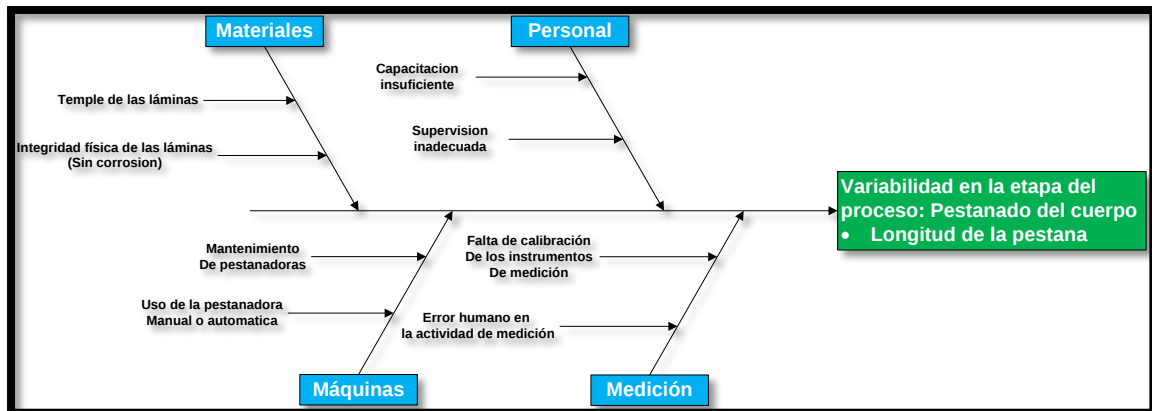
• EXPANSION DE CILINDRO



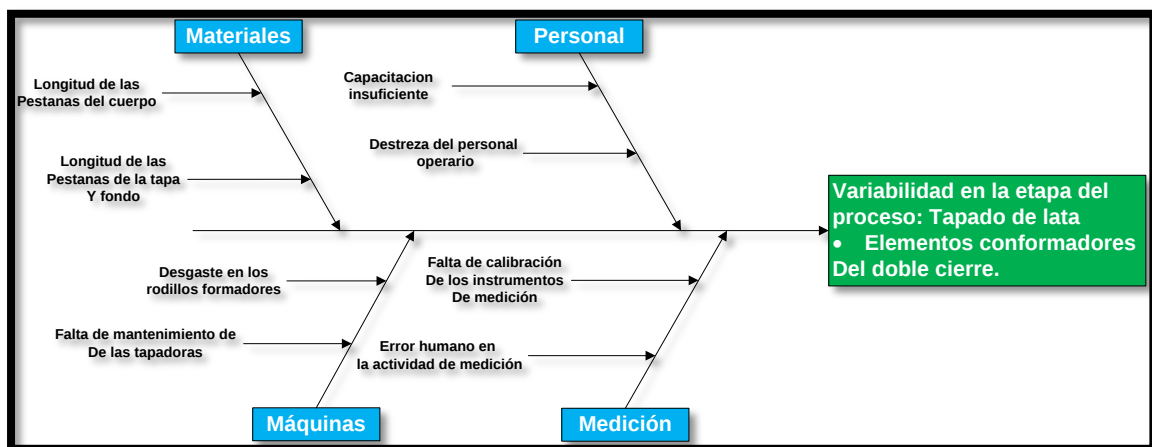
• FORMACION DE NERVIOS EN EL CUERPO



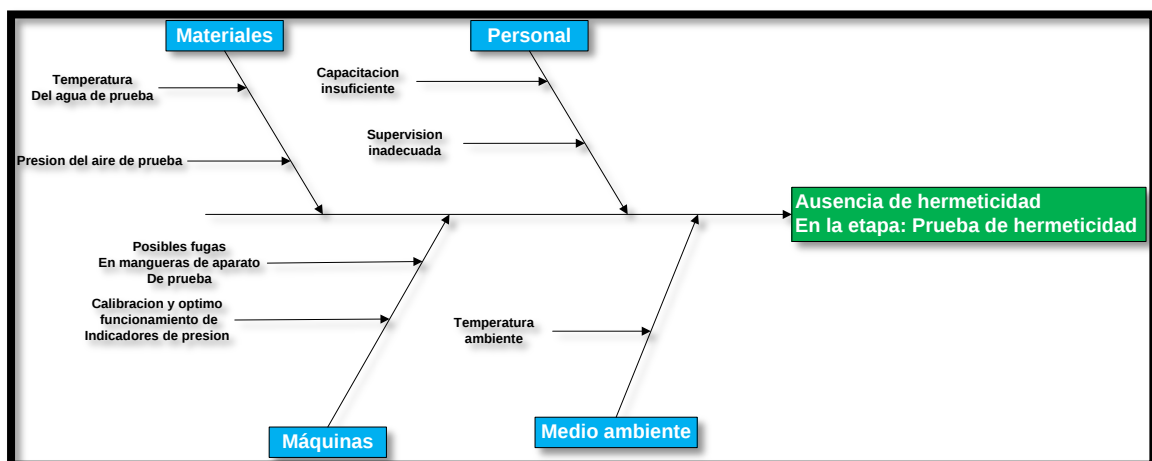
• PESTANADO DE CUERPO



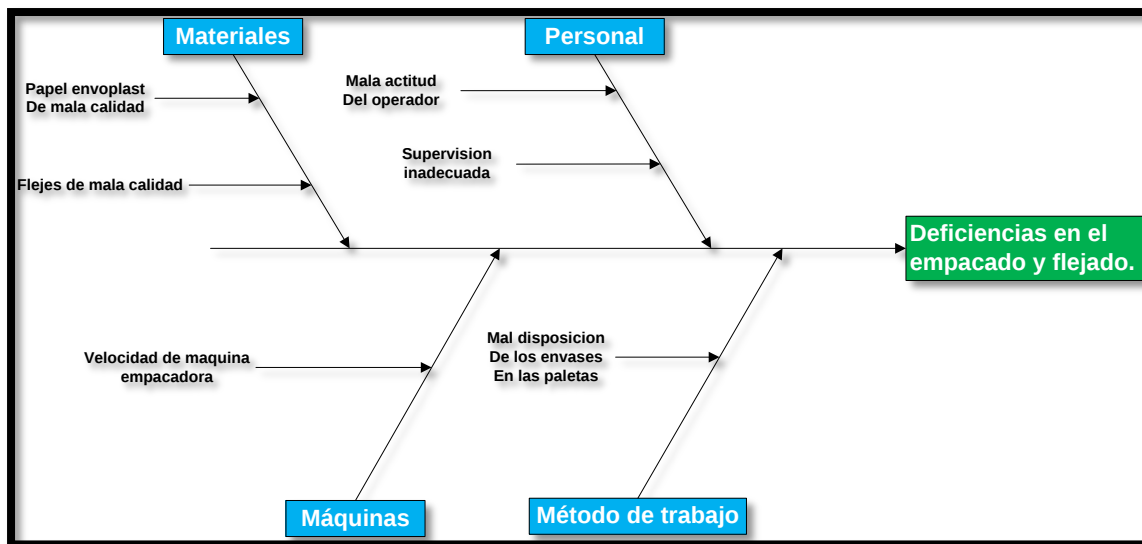
• TAPADO DE LATA



• PRUEBA DE HERMETICIDAD



• EMPACADO Y FLEJADO



Evaluación de correlaciones

Tabla 4.44: Promedio de variables de proceso para una toma de muestra de 10 repeticiones.

n	ALTURA E1 (ALT_E1 ± 0.001) in	ALTURA E2 (ALT_E2 ± 0.001) in	DESARROLLO (DESARR ± 0.001) mm	ESCUADRA E1 (ESC_E1 ± 0.01) mm	ESCUADRA E2 (ESC_E2 ± 0.01) mm	ESP DE LAM (ESP_LAM ± 0.001) mm	SOLAPADO E1 (SOLAP_E1 ± 0.01) mm	SOLAPADO E2 (SOLAP_E2 ± 0.01) mm	DIAGONAL D1 (DIAG_E1 ± 0.001) in	DIAGONAL D2 (DIAG_E2 ± 0.001) in	PROF DEL NERVIO (PROF_NERV ± 0.0001) in
1	13.936	13.938	35.316	0.05	0.03	0.287	4.18	3.62	12.390	12.355	0.0358
2	13.936	13.935	35.316	0.04	0.08	0.287	4.26	3.51	12.385	12.370	0.0368
3	13.940	13.939	35.314	0.02	0.02	0.291	4.27	3.74	12.377	12.357	0.0355
4	13.937	13.935	35.308	0.03	0.03	0.288	4.34	3.66	12.338	12.407	0.0344
5	13.936	13.935	35.311	0.01	0.02	0.291	4.30	3.52	12.305	12.429	0.0349
6	13.940	13.939	35.314	0.02	0.02	0.290	4.28	3.67	12.511	12.395	0.0329
7	13.936	13.936	35.310	0.01	0.04	0.289	4.22	3.51	12.378	12.349	0.0344
8	13.940	13.939	35.313	0.01	0.02	0.293	4.32	4.00	12.355	12.401	0.0359
9	13.937	13.935	35.316	0.01	0.02	0.290	4.37	3.64	12.378	12.370	0.0358
10	13.939	13.938	35.321	0.02	0.01	0.290	4.25	3.48	12.377	12.357	0.0353

Determinación de normalidad de los datos

Statistix 8.0

CORRELACIONES, 6/3/2015, 7:55:07 PM

Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
ALT_E1	10	0.7771	0.0076
ALT_E2	10	0.7823	0.0088
DESARR	10	0.9618	0.8062
DIAG_E1	10	0.7950	0.0126
DIAG_E2	10	0.8966	0.2011
ESC_E1	10	0.8349	0.0383
ESC_E2	10	0.7195	0.0015
ESP_LAM	10	0.9418	0.5733

PROF_NERV	10	0.9429	0.5851
SOLAP_E1	10	0.9931	0.9993
SOLAP_E2	10	0.8458	0.0517

Tabla 4.45: Promedio de variables de calidad para una toma de muestra de 10 repeticiones.

n	ESPESOR CT (ESP_CT ± 0.001) in	ESPESOR CF (ESP_CF ± 0.001) in	ANCHURA CT (ANC_CT ± 0.001) in	ANCHURA CF (ANC_CF ± 0.001) in	PROFUND CT (PROF_CT ± 0.001) in	PROFUND CF (PROF_CF ± 0.001) in	GT CT (GT_CT ± 0.001) in	GT CF (GT_CF ± 0.001) in	GC CT (GC_CT ± 0.001) in	GC CF (GC_CF ± 0.001) in	TRASLAPE CT (TRAS_CT ± 0.001) in	TRASLAPE CF (TRAS_CF ± 0.001) in
1	0.068	0.067	0.143	0.145	0.162	0.161	0.087	0.081	0.109	0.112	0.069	0.062
2	0.063	0.064	0.145	0.144	0.164	0.162	0.081	0.080	0.112	0.111	0.061	0.061
3	0.068	0.068	0.144	0.145	0.163	0.160	0.079	0.085	0.111	0.113	0.061	0.067
4	0.061	0.062	0.138	0.139	0.160	0.162	0.089	0.090	0.098	0.096	0.068	0.067
5	0.062	0.062	0.138	0.136	0.164	0.161	0.088	0.086	0.099	0.095	0.066	0.064
6	0.061	0.061	0.141	0.145	0.168	0.162	0.086	0.088	0.103	0.114	0.064	0.068
7	0.059	0.060	0.137	0.137	0.165	0.161	0.088	0.088	0.095	0.098	0.066	0.062
8	0.064	0.061	0.139	0.140	0.163	0.161	0.086	0.090	0.103	0.106	0.066	0.068
9	0.065	0.062	0.143	0.151	0.168	0.161	0.080	0.083	0.104	0.110	0.058	0.058
10	0.066	0.061	0.145	0.147	0.164	0.161	0.082	0.075	0.101	0.116	0.057	0.057

Determinación de normalidad de los datos

Statistix 8.0

CORRELACIONES, 6/3/2015, 8:18:45 PM

Shapiro-Wilk Normality Test

Variable	N	W	P
ANC_CF	10	0.9434	0.5918
ANC_CT	10	0.8892	0.1662
ESP_CF	10	0.8189	0.0246
ESP_CT	10	0.9517	0.6887
GC_CF	10	0.8568	0.0700
GC_CT	10	0.9484	0.6501
GT_CF	10	0.9294	0.4418
GT_CT	10	0.8834	0.1429
PROF_CF	10	0.7941	0.0123
PROF_CT	10	0.9221	0.3749
TRAS_CF	10	0.9037	0.2407
TRAS_CT	10	0.9234	0.3859

Se procedió a emplear correlaciones de Pearson para identificar el grado de asociación de cada variables de proceso respecto de las variables de calidad del producto

Influencia de la variable de proceso ALT_E1 sobre las variables de calidad

Statistix 8.0

CORRELACIONES, 6/3/2015, 8:39:06 PM

Correlations (Pearson)

	ANC_CF	ANC_CT	ESP_CF	ESP_CT	GC_CF	GC_CT	GT_CF
ANC_CT	0.8269						
P-VALUE	0.0032						
ESP_CF	0.2930	0.5269					

	0.4114	0.1176					
ESP_CT	0.6178 0.0570	0.7274 0.0171	0.7459 0.0133				
GC_CF	0.8436 0.0022	0.8753 0.0009	0.3705 0.2919	0.6540 0.0402			
GC_CT	0.5518 0.0982	0.7836 0.0073	0.7996 0.0055	0.6966 0.0252	0.6787 0.0309		
GT_CF	-0.5944 0.0699	-0.8193 0.0037	-0.2609 0.4665	-0.5627 0.0904	-0.6177 0.0570	-0.4121 0.2367	
GT_CT	-0.7578 0.0111	-0.8290 0.0030	-0.3963 0.2569	-0.5886 0.0735	-0.6976 0.0249	-0.6598 0.0379	0.5561 0.0950
PROF_CF	-0.1036 0.7758	-0.1477 0.6839	-0.4295 0.2155	-0.5977 0.0680	-0.1377 0.7044	-0.1551 0.6687	0.1374 0.7050
PROF_CT	0.4463 0.1961	0.1556 0.6677	-0.3633 0.3022	-0.1869 0.6051	0.3407 0.3353	-0.0358 0.9219	-0.0889 0.8071
TRAS_CF	-0.4703 0.1702	-0.4795 0.1608	0.0993 0.7849	-0.2309 0.5209	-0.2609 0.4666	-0.0145 0.9683	0.8088 0.0046
TRAS_CT	-0.6972 0.0250	-0.6921 0.0266	0.0517 0.8873	-0.3177 0.3711	-0.5889 0.0733	-0.2606 0.4671	0.6262 0.0528
ALT_E1	0.2777 0.4373	0.1945 0.5903	-0.0135 0.9705	0.2604 0.4675	0.5017 0.1396	0.1449 0.6897	0.1476 0.6841

	GT_CT	PROF_CF	PROF_CT	TRAS_CF	TRAS_CT
PROF_CF	0.3686				
P-VALUE	0.2946				
PROF_CT	-0.3340 0.3456	0.0569 0.8759			
TRAS_CF	0.3871 0.2691	0.0952 0.7937	-0.2703 0.4500		
TRAS_CT	0.8615 0.0014	0.2036 0.5726	-0.5061 0.1355	0.5853 0.0755	
ALT_E1	-0.3138 0.3773	-0.2306 0.5216	0.1550 0.6690	0.4519 0.1898	-0.2963 0.4058

Cases Included 10 Missing Cases 0

Influencia de la variable de proceso ALT_E2 sobre las variables de calidad

Statistix 8.0

CORRELACIONES, 6/3/2015, 8:58:29 PM

Correlations (Pearson)

	ANC_CF	ANC_CT	ESP_CF	ESP_CT	GC_CF	GC_CT	GT_CF
ANC_CT	0.8269						
P-VALUE	0.0032						
ESP_CF	0.2930 0.4114	0.5269 0.1176					

ESP_CT	0.6178 0.0570	0.7274 0.0171	0.7459 0.0133				
GC_CF	0.8436 0.0022	0.8753 0.0009	0.3705 0.2919	0.6540 0.0402			
GC_CT	0.5518 0.0982	0.7836 0.0073	0.7996 0.0055	0.6966 0.0252	0.6787 0.0309		
GT_CF	-0.5944 0.0699	-0.8193 0.0037	-0.2609 0.4665	-0.5627 0.0904	-0.6177 0.0570	-0.4121 0.2367	
GT_CT	-0.7578 0.0111	-0.8290 0.0030	-0.3963 0.2569	-0.5886 0.0735	-0.6976 0.0249	-0.6598 0.0379	0.5561 0.0950
PROF_CF	-0.1036 0.7758	-0.1477 0.6839	-0.4295 0.2155	-0.5977 0.0680	-0.1377 0.7044	-0.1551 0.6687	0.1374 0.7050
PROF_CT	0.4463 0.1961	0.1556 0.6677	-0.3633 0.3022	-0.1869 0.6051	0.3407 0.3353	-0.0358 0.9219	-0.0889 0.8071
TRAS_CF	-0.4703 0.1702	-0.4795 0.1608	0.0993 0.7849	-0.2309 0.5209	-0.2609 0.4666	-0.0145 0.9683	0.8088 0.0046
TRAS_CT	-0.6972 0.0250	-0.6921 0.0266	0.0517 0.8873	-0.3177 0.3711	-0.5889 0.0733	-0.2606 0.4671	0.6262 0.0528
ALT_E2	0.2261 0.5300	0.2385 0.5070	0.2399 0.5044	0.4453 0.1972	0.5998 0.0668	0.2807 0.4322	0.0074 0.9838

	GT_CT	PROF_CF	PROF_CT	TRAS_CF	TRAS_CT
PROF_CF	0.3686				
P-VALUE	0.2946				
PROF_CT	-0.3340 0.3456	0.0569 0.8759			
TRAS_CF	0.3871 0.2691	0.0952 0.7937	-0.2703 0.4500		
TRAS_CT	0.8615 0.0014	0.2036 0.5726	-0.5061 0.1355	0.5853 0.0755	
ALT_E2	-0.1355 0.7090	-0.3603 0.3064	0.0267 0.9416	0.3899 0.2654	-0.0058 0.9873

Cases Included 10 Missing Cases 0

Influencia de la variable de proceso DESARR sobre las variables de calidad

Statistix 8.0

CORRELACIONES, 6/3/2015, 9:05:58 PM

Correlations (Pearson)

	ANC_CF	ANC_CT	ESP_CF	ESP_CT	GC_CF	GC_CT	GT_CF
ANC_CT	0.8269						
P-VALUE	0.0032						
ESP_CF	0.2930 0.4114	0.5269 0.1176					
ESP_CT	0.6178 0.0570	0.7274 0.0171	0.7459 0.0133				
GC_CF	0.8436 0.0022	0.8753 0.0009	0.3705 0.2919	0.6540 0.0402			

GC_CT	0.5518 0.0982	0.7836 0.0073	0.7996 0.0055	0.6966 0.0252	0.6787 0.0309		
GT_CF	-0.5944 0.0699	-0.8193 0.0037	-0.2609 0.4665	-0.5627 0.0904	-0.6177 0.0570	-0.4121 0.2367	
GT_CT	-0.7578 0.0111	-0.8290 0.0030	-0.3963 0.2569	-0.5886 0.0735	-0.6976 0.0249	-0.6598 0.0379	0.5561 0.0950
PROF_CF	-0.1036 0.7758	-0.1477 0.6839	-0.4295 0.2155	-0.5977 0.0680	-0.1377 0.7044	-0.1551 0.6687	0.1374 0.7050
PROF_CT	0.4463 0.1961	0.1556 0.6677	-0.3633 0.3022	-0.1869 0.6051	0.3407 0.3353	-0.0358 0.9219	-0.0889 0.8071
TRAS_CF	-0.4703 0.1702	-0.4795 0.1608	0.0993 0.7849	-0.2309 0.5209	-0.2609 0.4666	-0.0145 0.9683	0.8088 0.0046
TRAS_CT	-0.6972 0.0250	-0.6921 0.0266	0.0517 0.8873	-0.3177 0.3711	-0.5889 0.0733	-0.2606 0.4671	0.6262 0.0528
DESARR	0.7719 0.0089	0.8681 0.0011	0.1871 0.6047	0.6462 0.0435	0.8596 0.0014	0.4912 0.1493	-0.8814 0.0007

	GT_CT	PROF_CF	PROF_CT	TRAS_CF	TRAS_CT
PROF_CF	0.3686				
P-VALUE	0.2946				
PROF_CT	-0.3340 0.3456	0.0569 0.8759			
TRAS_CF	0.3871 0.2691	0.0952 0.7937	-0.2703 0.4500		
TRAS_CT	0.8615 0.0014	0.2036 0.5726	-0.5061 0.1355	0.5853 0.0755	
DESARR	-0.6583 0.0385	-0.1807 0.6175	0.3056 0.3906	-0.6338 0.0491	-0.7071 0.0222
Cases Included	10	Missing Cases	0		

Influencia de la variable de proceso DIAG_E1 sobre las variables de calidad

Statistix 8.0

CORRELACIONES, 6/3/2015, 9:10:14 PM

Correlations (Pearson)

	ANC_CF	ANC_CT	ESP_CF	ESP_CT	GC_CF	GC_CT	GT_CF
ANC_CT	0.8269						
P-VALUE	0.0032						
ESP_CF	0.2930 0.4114	0.5269 0.1176					
ESP_CT	0.6178 0.0570	0.7274 0.0171	0.7459 0.0133				
GC_CF	0.8436 0.0022	0.8753 0.0009	0.3705 0.2919	0.6540 0.0402			

GC_CT	0.5518 0.0982	0.7836 0.0073	0.7996 0.0055	0.6966 0.0252	0.6787 0.0309		
GT_CF	-0.5944 0.0699	-0.8193 0.0037	-0.2609 0.4665	-0.5627 0.0904	-0.6177 0.0570	-0.4121 0.2367	
GT_CT	-0.7578 0.0111	-0.8290 0.0030	-0.3963 0.2569	-0.5886 0.0735	-0.6976 0.0249	-0.6598 0.0379	0.5561 0.0950
PROF_CF	-0.1036 0.7758	-0.1477 0.6839	-0.4295 0.2155	-0.5977 0.0680	-0.1377 0.7044	-0.1551 0.6687	0.1374 0.7050
PROF_CT	0.4463 0.1961	0.1556 0.6677	-0.3633 0.3022	-0.1869 0.6051	0.3407 0.3353	-0.0358 0.9219	-0.0889 0.8071
TRAS_CF	-0.4703 0.1702	-0.4795 0.1608	0.0993 0.7849	-0.2309 0.5209	-0.2609 0.4666	-0.0145 0.9683	0.8088 0.0046
TRAS_CT	-0.6972 0.0250	-0.6921 0.0266	0.0517 0.8873	-0.3177 0.3711	-0.5889 0.0733	-0.2606 0.4671	0.6262 0.0528
DIAG_E1	0.4555 0.1859	0.2884 0.4191	-0.0405 0.9115	-0.0643 0.8600	0.6202 0.0557	0.2272 0.5279	-0.0243 0.9468
	GT_CT	PROF_CF	PROF_CT	TRAS_CF	TRAS_CT		
PROF_CF	0.3686						
P-VALUE	0.2946						
PROF_CT	-0.3340 0.3456	0.0569 0.8759					
TRAS_CF	0.3871 0.2691	0.0952 0.7937	-0.2703 0.4500				
TRAS_CT	0.8615 0.0014	0.2036 0.5726	-0.5061 0.1355	0.5853 0.0755			
DIAG_E1	-0.1456 0.6882	0.3252 0.3591	0.5857 0.0752	0.1483 0.6827	-0.1504 0.6783		
Cases Included	10	Missing Cases	0				

Influencia de la variable de proceso DIAG_E2 sobre las variables de calidad

Statistix 8.0

CORRELACIONES, 6/3/2015, 9:12:32 PM

Correlations (Pearson)

	ANC_CF	ANC_CT	ESP_CF	ESP_CT	GC_CF	GC_CT	GT_CF
ANC_CT	0.8269						
P-VALUE	0.0032						
ESP_CF	0.2930 0.4114	0.5269 0.1176					
ESP_CT	0.6178 0.0570	0.7274 0.0171	0.7459 0.0133				
GC_CF	0.8436 0.0022	0.8753 0.0009	0.3705 0.2919	0.6540 0.0402			
GC_CT	0.5518	0.7836	0.7996	0.6966	0.6787		

	0.0982	0.0073	0.0055	0.0252	0.0309		
GT_CF	-0.5944 0.0699	-0.8193 0.0037	-0.2609 0.4665	-0.5627 0.0904	-0.6177 0.0570	-0.4121 0.2367	
GT_CT	-0.7578 0.0111	-0.8290 0.0030	-0.3963 0.2569	-0.5886 0.0735	-0.6976 0.0249	-0.6598 0.0379	0.5561 0.0950
PROF_CF	-0.1036 0.7758	-0.1477 0.6839	-0.4295 0.2155	-0.5977 0.0680	-0.1377 0.7044	-0.1551 0.6687	0.1374 0.7050
PROF_CT	0.4463 0.1961	0.1556 0.6677	-0.3633 0.3022	-0.1869 0.6051	0.3407 0.3353	-0.0358 0.9219	-0.0889 0.8071
TRAS_CF	-0.4703 0.1702	-0.4795 0.1608	0.0993 0.7849	-0.2309 0.5209	-0.2609 0.4666	-0.0145 0.9683	0.8088 0.0046
TRAS_CT	-0.6972 0.0250	-0.6921 0.0266	0.0517 0.8873	-0.3177 0.3711	-0.5889 0.0733	-0.2606 0.4671	0.6262 0.0528
DIAG_E2	-0.4975 0.1434	-0.5480 0.1010	-0.3427 0.3324	-0.4152 0.2329	-0.5492 0.1001	-0.3369 0.3411	0.5368 0.1096
	GT_CT	PROF_CF	PROF_CT	TRAS_CF	TRAS_CT		
PROF_CF	0.3686						
P-VALUE	0.2946						
PROF_CT	-0.3340 0.3456	0.0569 0.8759					
TRAS_CF	0.3871 0.2691	0.0952 0.7937	-0.2703 0.4500				
TRAS_CT	0.8615 0.0014	0.2036 0.5726	-0.5061 0.1355	0.5853 0.0755			
DIAG_E2	0.4856 0.1548	0.3689 0.2941	-0.1094 0.7635	0.5172 0.1258	0.3726 0.2890		
Cases Included	10	Missing Cases	0				

Influencia de la variable de proceso ESC_E1 sobre las variables de calidad

Statistix 8.0

CORRELACIONES, 6/3/2015, 9:20:24 PM

Correlations (Pearson)

	ANC_CF	ANC_CT	ESP_CF	ESP_CT	GC_CF	GC_CT	GT_CF
ANC_CT	0.8269						
P-VALUE	0.0032						
ESP_CF	0.2930 0.4114	0.5269 0.1176					
ESP_CT	0.6178 0.0570	0.7274 0.0171	0.7459 0.0133				
GC_CF	0.8436 0.0022	0.8753 0.0009	0.3705 0.2919	0.6540 0.0402			
GC_CT	0.5518 0.0982	0.7836 0.0073	0.7996 0.0055	0.6966 0.0252	0.6787 0.0309		

GT_CF	-0.5944 0.0699	-0.8193 0.0037	-0.2609 0.4665	-0.5627 0.0904	-0.6177 0.0570	-0.4121 0.2367	
GT_CT	-0.7578 0.0111	-0.8290 0.0030	-0.3963 0.2569	-0.5886 0.0735	-0.6976 0.0249	-0.6598 0.0379	0.5561 0.0950
PROF_CF	-0.1036 0.7758	-0.1477 0.6839	-0.4295 0.2155	-0.5977 0.0680	-0.1377 0.7044	-0.1551 0.6687	0.1374 0.7050
PROF_CT	0.4463 0.1961	0.1556 0.6677	-0.3633 0.3022	-0.1869 0.6051	0.3407 0.3353	-0.0358 0.9219	-0.0889 0.8071
TRAS_CF	-0.4703 0.1702	-0.4795 0.1608	0.0993 0.7849	-0.2309 0.5209	-0.2609 0.4666	-0.0145 0.9683	0.8088 0.0046
TRAS_CT	-0.6972 0.0250	-0.6921 0.0266	0.0517 0.8873	-0.3177 0.3711	-0.5889 0.0733	-0.2606 0.4671	0.6262 0.0528
ESC_E1	0.2042 0.5716	0.4470 0.1953	0.6004 0.0665	0.3535 0.3163	0.3094 0.3843	0.5754 0.0818	-0.3794 0.2795

	GT_CT	PROF_CF	PROF_CT	TRAS_CF	TRAS_CT
PROF_CF	0.3686				
P-VALUE	0.2946				
PROF_CT	-0.3340 0.3456	0.0569 0.8759			
TRAS_CF	0.3871 0.2691	0.0952 0.7937	-0.2703 0.4500		
TRAS_CT	0.8615 0.0014	0.2036 0.5726	-0.5061 0.1355	0.5853 0.0755	
ESC_E1	0.0171 0.9626	0.3266 0.3570	-0.4568 0.1844	-0.0744 0.8382	0.2647 0.4598
Cases Included	10	Missing Cases	0		

Influencia de la variable de proceso ESC_E2 sobre las variables de calidad

Statistix 8.0

CORRELACIONES, 6/3/2015, 9:22:24 PM

Correlations (Pearson)

	ANC_CF	ANC_CT	ESP_CF	ESP_CT	GC_CF	GC_CT	GT_CF
ANC_CT	0.8269						
P-VALUE	0.0032						
ESP_CF	0.2930 0.4114	0.5269 0.1176					
ESP_CT	0.6178 0.0570	0.7274 0.0171	0.7459 0.0133				
GC_CF	0.8436 0.0022	0.8753 0.0009	0.3705 0.2919	0.6540 0.0402			
GC_CT	0.5518 0.0982	0.7836 0.0073	0.7996 0.0055	0.6966 0.0252	0.6787 0.0309		

GT_CF	-0.5944 0.0699	-0.8193 0.0037	-0.2609 0.4665	-0.5627 0.0904	-0.6177 0.0570	-0.4121 0.2367	
GT_CT	-0.7578 0.0111	-0.8290 0.0030	-0.3963 0.2569	-0.5886 0.0735	-0.6976 0.0249	-0.6598 0.0379	0.5561 0.0950
PROF_CF	-0.1036 0.7758	-0.1477 0.6839	-0.4295 0.2155	-0.5977 0.0680	-0.1377 0.7044	-0.1551 0.6687	0.1374 0.7050
PROF_CT	0.4463 0.1961	0.1556 0.6677	-0.3633 0.3022	-0.1869 0.6051	0.3407 0.3353	-0.0358 0.9219	-0.0889 0.8071
TRAS_CF	-0.4703 0.1702	-0.4795 0.1608	0.0993 0.7849	-0.2309 0.5209	-0.2609 0.4666	-0.0145 0.9683	0.8088 0.0046
TRAS_CT	-0.6972 0.0250	-0.6921 0.0266	0.0517 0.8873	-0.3177 0.3711	-0.5889 0.0733	-0.2606 0.4671	0.6262 0.0528
ESC_E2	-0.1319 0.7164	0.1514 0.6763	0.1421 0.6953	-0.2640 0.4612	-0.0706 0.8463	0.3638 0.3015	-0.1092 0.7640

	GT_CT	PROF_CF	PROF_CT	TRAS_CF	TRAS_CT
PROF_CF	0.3686				
P-VALUE	0.2946				
PROF_CT	-0.3340 0.3456	0.0569 0.8759			
TRAS_CF	0.3871 0.2691	0.0952 0.7937	-0.2703 0.4500		
TRAS_CT	0.8615 0.0014	0.2036 0.5726	-0.5061 0.1355	0.5853 0.0755	
ESC_E2	-0.0820 0.8219	0.4639 0.1768	-0.1119 0.7582	-0.1195 0.7423	0.0763 0.8341
Cases Included	10	Missing Cases	0		

Influencia de la variable de proceso ESP_LAM sobre las variables de calidad

Statistix 8.0

CORRELACIONES, 6/3/2015, 9:25:20 PM

Correlations (Pearson)

	ANC_CF	ANC_CT	ESP_CF	ESP_CT	GC_CF	GC_CT	GT_CF
ANC_CT	0.8269						
P-VALUE	0.0032						
ESP_CF	0.2930 0.4114	0.5269 0.1176					
ESP_CT	0.6178 0.0570	0.7274 0.0171	0.7459 0.0133				
GC_CF	0.8436 0.0022	0.8753 0.0009	0.3705 0.2919	0.6540 0.0402			
GC_CT	0.5518 0.0982	0.7836 0.0073	0.7996 0.0055	0.6966 0.0252	0.6787 0.0309		

GT_CF	-0.5944 0.0699	-0.8193 0.0037	-0.2609 0.4665	-0.5627 0.0904	-0.6177 0.0570	-0.4121 0.2367	
GT_CT	-0.7578 0.0111	-0.8290 0.0030	-0.3963 0.2569	-0.5886 0.0735	-0.6976 0.0249	-0.6598 0.0379	0.5561 0.0950
PROF_CF	-0.1036 0.7758	-0.1477 0.6839	-0.4295 0.2155	-0.5977 0.0680	-0.1377 0.7044	-0.1551 0.6687	0.1374 0.7050
PROF_CT	0.4463 0.1961	0.1556 0.6677	-0.3633 0.3022	-0.1869 0.6051	0.3407 0.3353	-0.0358 0.9219	-0.0889 0.8071
TRAS_CF	-0.4703 0.1702	-0.4795 0.1608	0.0993 0.7849	-0.2309 0.5209	-0.2609 0.4666	-0.0145 0.9683	0.8088 0.0046
TRAS_CT	-0.6972 0.0250	-0.6921 0.0266	0.0517 0.8873	-0.3177 0.3711	-0.5889 0.0733	-0.2606 0.4671	0.6262 0.0528
ESP_LAM	-0.1159 0.7498	-0.2423 0.4999	-0.2776 0.4373	0.0536 0.8830	-0.0341 0.9256	-0.2172 0.5466	0.3423 0.3329
	GT_CT	PROF_CF	PROF_CT	TRAS_CF	TRAS_CT		
PROF_CF	0.3686						
P-VALUE	0.2946						
PROF_CT	-0.3340 0.3456	0.0569 0.8759					
TRAS_CF	0.3871 0.2691	0.0952 0.7937	-0.2703 0.4500				
TRAS_CT	0.8615 0.0014	0.2036 0.5726	-0.5061 0.1355	0.5853 0.0755			
ESP_LAM	-0.1040 0.7750	-0.4815 0.1588	0.2229 0.5360	0.3403 0.3359	-0.1781 0.6224		
Cases Included	10	Missing Cases	0				

Influencia de la variable de proceso PROF_NERV sobre las variables de calidad

Statistix 8.0

CORRELACIONES, 6/3/2015, 9:26:18 PM

Correlations (Pearson)

	ANC_CF	ANC_CT	ESP_CF	ESP_CT	GC_CF	GC_CT	GT_CF
ANC_CT	0.8269						
P-VALUE	0.0032						
ESP_CF	0.2930 0.4114	0.5269 0.1176					
ESP_CT	0.6178 0.0570	0.7274 0.0171	0.7459 0.0133				
GC_CF	0.8436 0.0022	0.8753 0.0009	0.3705 0.2919	0.6540 0.0402			
GC_CT	0.5518 0.0982	0.7836 0.0073	0.7996 0.0055	0.6966 0.0252	0.6787 0.0309		

GT_CF	-0.5944 0.0699	-0.8193 0.0037	-0.2609 0.4665	-0.5627 0.0904	-0.6177 0.0570	-0.4121 0.2367	
GT_CT	-0.7578 0.0111	-0.8290 0.0030	-0.3963 0.2569	-0.5886 0.0735	-0.6976 0.0249	-0.6598 0.0379	0.5561 0.0950
PROF_CF	-0.1036 0.7758	-0.1477 0.6839	-0.4295 0.2155	-0.5977 0.0680	-0.1377 0.7044	-0.1551 0.6687	0.1374 0.7050
PROF_CT	0.4463 0.1961	0.1556 0.6677	-0.3633 0.3022	-0.1869 0.6051	0.3407 0.3353	-0.0358 0.9219	-0.0889 0.8071
TRAS_CF	-0.4703 0.1702	-0.4795 0.1608	0.0993 0.7849	-0.2309 0.5209	-0.2609 0.4666	-0.0145 0.9683	0.8088 0.0046
TRAS_CT	-0.6972 0.0250	-0.6921 0.0266	0.0517 0.8873	-0.3177 0.3711	-0.5889 0.0733	-0.2606 0.4671	0.6262 0.0528
PROF_NERV	0.2591 0.4698	0.5080 0.1338	0.4317 0.2129	0.5584 0.0934	0.2174 0.5463	0.5908 0.0721	-0.4827 0.1576

	GT_CT	PROF_CF	PROF_CT	TRAS_CF	TRAS_CT
PROF_CF	0.3686				
P-VALUE	0.2946				
PROF_CT	-0.3340 0.3456	0.0569 0.8759			
TRAS_CF	0.3871 0.2691	0.0952 0.7937	-0.2703 0.4500		
TRAS_CT	0.8615 0.0014	0.2036 0.5726	-0.5061 0.1355	0.5853 0.0755	
PROF_NERV	-0.5119 0.1304	-0.2827 0.4286	-0.2734 0.4447	-0.4247 0.2212	-0.2759 0.4403

Cases Included 10 Missing Cases 0

Influencia de la variable de proceso SOLAP_E1 sobre las variables de calidad

Statistix 8.0

CORRELACIONES, 6/3/2015, 9:28:18 PM

Correlations (Pearson)

	ANC_CF	ANC_CT	ESP_CF	ESP_CT	GC_CF	GC_CT	GT_CF
ANC_CT	0.8269						
P-VALUE	0.0032						
ESP_CF	0.2930 0.4114	0.5269 0.1176					
ESP_CT	0.6178 0.0570	0.7274 0.0171	0.7459 0.0133				
GC_CF	0.8436 0.0022	0.8753 0.0009	0.3705 0.2919	0.6540 0.0402			
GC_CT	0.5518 0.0982	0.7836 0.0073	0.7996 0.0055	0.6966 0.0252	0.6787 0.0309		

GT_CF	-0.5944 0.0699	-0.8193 0.0037	-0.2609 0.4665	-0.5627 0.0904	-0.6177 0.0570	-0.4121 0.2367	
GT_CT	-0.7578 0.0111	-0.8290 0.0030	-0.3963 0.2569	-0.5886 0.0735	-0.6976 0.0249	-0.6598 0.0379	0.5561 0.0950
PROF_CF	-0.1036 0.7758	-0.1477 0.6839	-0.4295 0.2155	-0.5977 0.0680	-0.1377 0.7044	-0.1551 0.6687	0.1374 0.7050
PROF_CT	0.4463 0.1961	0.1556 0.6677	-0.3633 0.3022	-0.1869 0.6051	0.3407 0.3353	-0.0358 0.9219	-0.0889 0.8071
TRAS_CF	-0.4703 0.1702	-0.4795 0.1608	0.0993 0.7849	-0.2309 0.5209	-0.2609 0.4666	-0.0145 0.9683	0.8088 0.0046
TRAS_CT	-0.6972 0.0250	-0.6921 0.0266	0.0517 0.8873	-0.3177 0.3711	-0.5889 0.0733	-0.2606 0.4671	0.6262 0.0528
SOLAP_E1	0.0908 0.8031	-0.2081 0.5641	-0.3513 0.3195	-0.2015 0.5767	-0.2585 0.4707	-0.2103 0.5598	0.3873 0.2689
	GT_CT	PROF_CF	PROF_CT	TRAS_CF	TRAS_CT		
PROF_CF	0.3686						
P-VALUE	0.2946						
PROF_CT	-0.3340 0.3456	0.0569 0.8759					
TRAS_CF	0.3871 0.2691	0.0952 0.7937	-0.2703 0.4500				
TRAS_CT	0.8615 0.0014	0.2036 0.5726	-0.5061 0.1355	0.5853 0.0755			
SOLAP_E1	-0.1397 0.7002	0.1618 0.6552	0.1841 0.6107	0.1716 0.6356	-0.2395 0.5052		
Cases Included	10	Missing Cases	0				

Influencia de la variable de proceso SOLAP_E2 sobre las variables de calidad

Statistix 8.0

CORRELACIONES, 6/3/2015, 9:29:23 PM

Correlations (Pearson)

	ANC_CF	ANC_CT	ESP_CF	ESP_CT	GC_CF	GC_CT	GT_CF
ANC_CT	0.8269						
P-VALUE	0.0032						
ESP_CF	0.2930 0.4114	0.5269 0.1176					
ESP_CT	0.6178 0.0570	0.7274 0.0171	0.7459 0.0133				
GC_CF	0.8436 0.0022	0.8753 0.0009	0.3705 0.2919	0.6540 0.0402			
GC_CT	0.5518 0.0982	0.7836 0.0073	0.7996 0.0055	0.6966 0.0252	0.6787 0.0309		
GT_CF	-0.5944	-0.8193	-0.2609	-0.5627	-0.6177	-0.4121	

	0.0699	0.0037	0.4665	0.0904	0.0570	0.2367	
GT_CT	-0.7578	-0.8290	-0.3963	-0.5886	-0.6976	-0.6598	0.5561
	0.0111	0.0030	0.2569	0.0735	0.0249	0.0379	0.0950
PROF_CF	-0.1036	-0.1477	-0.4295	-0.5977	-0.1377	-0.1551	0.1374
	0.7758	0.6839	0.2155	0.0680	0.7044	0.6687	0.7050
PROF_CT	0.4463	0.1556	-0.3633	-0.1869	0.3407	-0.0358	-0.0889
	0.1961	0.6677	0.3022	0.6051	0.3353	0.9219	0.8071
TRAS_CF	-0.4703	-0.4795	0.0993	-0.2309	-0.2609	-0.0145	0.8088
	0.1702	0.1608	0.7849	0.5209	0.4666	0.9683	0.0046
TRAS_CT	-0.6972	-0.6921	0.0517	-0.3177	-0.5889	-0.2606	0.6262
	0.0250	0.0266	0.8873	0.3711	0.0733	0.4671	0.0528
SOLAP_E2	-0.0144	-0.1825	0.0826	0.2011	0.0714	0.1619	0.5610
	0.9685	0.6138	0.8206	0.5774	0.8446	0.6549	0.0915

	GT_CT	PROF_CF	PROF_CT	TRAS_CF	TRAS_CT
PROF_CF	0.3686				
P-VALUE	0.2946				
PROF_CT	-0.3340	0.0569			
	0.3456	0.8759			
TRAS_CF	0.3871	0.0952	-0.2703		
	0.2691	0.7937	0.4500		
TRAS_CT	0.8615	0.2036	-0.5061	0.5853	
	0.0014	0.5726	0.1355	0.0755	
SOLAP_E2	0.0116	-0.1933	-0.1470	0.6553	0.2413
	0.9746	0.5926	0.6852	0.0397	0.5018
Cases Included	10	Missing Cases	0		

Tabla 4.46: Resumen de valores de correlaciones entre variables de proceso y variables de calidad

Variables de calidad Variables de proceso	ANC_CF	ANC_CT	ESP_CF	ESP_CT	GC_CF	GC_CT	GT_CF	GT_CT	PROF_CF	PROF_CT	TRAS_CF	TRAS_CT
ALT_E1	0.2777 0.4373	0.1945 0.5903	-0.0135 0.9705	0.2604 0.4675	0.5017 0.1396	0.1449 0.6897	0.1476 0.6841	-0.3138 0.3773	-0.2306 0.5216	0.1550 0.6690	0.4519 0.1898	-0.2963 0.4058
ALT_E2	0.2261 0.5300	0.2385 0.5070	0.2399 0.5044	0.4453 0.1972	0.5998 0.0668	0.2807 0.4322	0.0074 0.9838	-0.1355 0.7090	-0.3603 0.3064	0.0267 0.9416	0.3899 0.2654	-0.0058 0.9873
DESARR	0.7719 0.0089	0.8681 0.0011	0.1871 0.6047	0.6462 0.0435	0.8596 0.0014	0.4912 0.1493	-0.8814 0.0007	-0.6583 0.0385	-0.1807 0.6175	0.3056 0.3906	-0.6338 0.0491	-0.7071 0.0222
DIAG_E1	0.4555 0.1859	0.2884 0.4191	-0.0405 0.9115	-0.0643 0.8600	0.6202 0.0557	0.2272 0.5279	-0.0243 0.9468	-0.1456 0.6882	0.3252 0.3591	0.5857 0.0752	0.1483 0.6827	-0.1504 0.6783
DIAG_E2	-0.4975 0.1434	-0.5480 0.1010	-0.3427 0.3324	-0.4152 0.2329	-0.5492 0.1001	-0.3369 0.3411	0.5368 0.1096	0.4856 0.1548	0.3689 0.2941	-0.1094 0.7635	0.5172 0.1258	0.3726 0.2890
ESC_E1	0.2042 0.5716	0.4470 0.1953	0.6004 0.0665	0.3535 0.3163	0.3094 0.3843	0.5754 0.0818	-0.3794 0.2795	0.0171 0.9626	0.3266 0.3570	-0.4568 0.1844	-0.0744 0.8382	0.2647 0.4598
ESC_E2	-0.1319 0.7164	0.1514 0.6763	0.1421 0.6953	-0.2640 0.4612	-0.0706 0.8463	0.3638 0.3015	-0.1092 0.7640	-0.0820 0.8219	0.4639 0.1768	-0.1119 0.7582	-0.1195 0.7423	0.0763 0.8341
ESP_LAM	-0.1159 0.7498	-0.2423 0.4999	-0.2776 0.4373	0.0536 0.8830	-0.0341 0.9256	-0.2172 0.5466	0.3423 0.3329	-0.1040 0.7750	-0.4815 0.1588	0.2229 0.5360	0.3403 0.3359	-0.1781 0.6224
PROF_NERV	0.2591 0.4698	0.5080 0.1338	0.4317 0.2129	0.5584 0.0934	0.2174 0.5463	0.5908 0.0721	-0.4827 0.1576	-0.5119 0.1304	-0.2827 0.4286	-0.2734 0.4447	-0.4247 0.2212	-0.2759 0.4403
SOLAP_E1	0.0908 0.8031	-0.2081 0.5641	-0.3513 0.3195	-0.2015 0.5767	-0.2585 0.4707	-0.2103 0.5598	0.3873 0.2689	-0.1397 0.7002	0.1618 0.6552	0.1841 0.6107	0.1716 0.6356	-0.2395 0.5052
SOLAP_E2	-0.0144 0.9685	-0.1825 0.6138	0.0826 0.8206	0.2011 0.5774	0.0714 0.8446	0.1619 0.6549	0.5610 0.0915	0.0116 0.9746	-0.1933 0.5926	-0.1470 0.6852	0.6553 0.0397	0.2413 0.5018

Las variables de proceso que pudieran estar influyendo significativamente sobre las características de calidad del producto final son: ALT_E2, DESARR, DIAG_E1, ESC_E1, PROF_NERV, SOLAP_E2; todas con un porcentaje de influencia mayor del 50%.

IV.3. Evaluar la capacidad del proceso de la línea de envases rectangulares de cinco (5) galones condicionado a la existencia del control estadístico en dicha línea.

Para definir especificaciones contra las cuales evaluar la capacidad del proceso partiendo de tolerancias de referencia se tomo el valor de tendencia central reportado por la grafica de control preliminar verificada.

Las capacidades de proceso reflejan una condición desfavorable en vista de que las tolerancias tomadas como referencia resultan ser muy exigentes para el envase de 5 galones, tomando en casi todas las variables valores por debajo de la unidad.

Tabla 4.47: Valores De Capacidad Del Proceso En Cada Una De Las Etapas

REFERENCIA		LES	LEI	FUENTE	LCS	μ	LCI	σ	CP	CPK
FORMACION DE ASAS										
FORMACION DE PORTA ASAS										
FORMACION DE TAPAS Y FONDOS	LONGITUD DE PESTANA (pulg)	+0,010	-0,005	01-ECAL-023	0,3137	0,3113	0,3089	0,003281	0,76	0,51
	PROFUNDIDAD DE TAPA/FONDO (pulg)	+0,003	-0,003	01-ECAL-021	0,1478	0,1469	0,146	0,001356	0,74	0,74
APLICACION DE COMPUESTO	A1-CANTIDAD DE COMPUESTO (g)				0,7015	0,5822	0,4629			
	A2-CANTIDAD DE COMPUESTO (g)				0,4501	0,3403	0,2307			
SOLDADO DE PORTA ASAS										
CORTADO DE LAMINAS	ALTURA (pulg)	+0,002	-0,002	01-ECAL-050	13,94	13,9372	13,9344	0,001845	0,36	0,36
	DESARROLLO (pulg)	0,002	0	01-ECAL-050	35,3193	35,3137	35,3082	0,003691	0,09	0,00
	ESCUADRA (mm)	+0,05	-	01-ECAL-045						
	ESPESOR DE LAMINA (mm)	+0,0145	-0,0145	01-ECAL-003	0,2945	0,2896	0,2848	0,003254	1,49	1,49
CILINDRADO DE LAMINAS	SOLAPADO SUPERIOR (mm)	+0,1	-0,1	01-ECAL-055	4,4455	4,2773	4,109	0,1122	0,30	0,30
	SOLAPADO INFERIOR (mm)	+0,1	-0,1	01-ECAL-055						
EXPANSION DE CILINDROS	DIAGONAL 1 (pulg)	+0,020	-0,020	01-ECAL-076-REV0	12,43	12,366	12,301	0,0429	0,16	0,16
	DIAGONAL 2 (pulg)	+0,020	-0,020	01-ECAL-076-REV0	12,442	12,383	12,323	0,0396	0,17	0,17
CORNADO DE CUERPOS	PROFUNDIDAD DEL NERVIO (pulg)	+0,020	-0,020	01-ECAL-076-REV0	0,0374	0,0349	0,0325	0,001639	4,07	4,07
PESTANADO	LONGITUD DE PESTANA DE FONDO (pulg)	+0,015	-0,007	01-ECAL-036	0,1664	0,1614	0,1564	0,003351	1,09	0,70
	LONGITUD DE PESTANA DE TAPA (pulg)	+0,015	-0,007	01-ECAL-036						
CONFORMACION TAPA	ESPESOR (pulg)	0,064	0,058	01-ECAL-004	0,0691	0,0627	0,0562	0,004322	0,23	0,10
	ANCHURA (pulg)	0,130	-	01-ECAL-076-REV0	0,1466	0,1411	-	0,003691	-1,00	-1,00
	PROFUNDIDAD (pulg)	0,17	-	01-ECAL-004	0,1636	0,1613	-	0,001526	1,90	1,90
	GANCHO TAPA (pulg)	-	0,075	01-ECAL-004	-	0,0845	0,0781	0,004274	0,74	0,74
	GANCHO CUERPO (pulg)	0,090	0,076	01-ECAL-076-REV0	0,1126	0,1034	0,0941	0,006168	0,38	-0,72
	TRASLAPE (pulg)	-	0,045	01-ECAL-004	-	0,0633	0,0572	0,00408	1,50	1,50
CONFORMACION FONDO	ESPESOR (pulg)	0,064	0,058	01-ECAL-004	0,0691	0,0627	0,0562	0,004274	0,23	0,10
	ANCHURA (pulg)	0,130	-	01-ECAL-076-REV0	0,1466	0,1411	-	0,003691	-1,00	-1,00
	PROFUNDIDAD (pulg)	0,17	-	01-ECAL-004	0,1636	0,1613	-	0,001526	1,90	1,90
	GANCHO TAPA (pulg)	-	0,075	01-ECAL-004	-	0,0845	0,0781	0,004274	0,74	0,74
	GANCHO CUERPO (pulg)	0,090	0,076	01-ECAL-004	0,1126	0,1034	0,0941	0,006168	0,38	-0,72
	TRASLAPE (pulg)	-	0,045	01-ECAL-004	-	0,0633	0,0572	0,00408	1,50	1,50

Fuente: Alexis Villamarin (2014)

IV.4 Actualizar los cambios generados en el sistema documental de Envases Venezolanos, S.A.

Los documentos modificados del sistema de gestión de la calidad asociados a los cambios realizados en líneas Generales fueron:

Instrucciones de trabajo

01-RPRO-028_Instruccion_de_trabajo_operacion_expansora
01-RPRO-030_Instruccion_de_trabajo_operacion_pestanadoras
01-RPRO-031_Instruccion_de_trabajo_operacion_tapadoras
01-RPRO-033 Instrucción_de trabajo_operacion_elaboracion_de_tapas_y_fondos
01-RPRO-034_Instruccion_de_trabajo_operacion_aplicacion_de_compuesto
01-RPRO-038_Instruccion_de_trabajo_operacion_soldadora_de_puntos
01-RPRO-043 _Instruccion_operacion_cortadora
01-RPRO-044 Instruccion de trabajo_operacion_horno
01-RPRO-045 Instruccion de trabajo_operacion_probadora
01-RPRO-046_Instruccion_de_trabajo_operacion_Soudronic

Procedimientos

01-PPRO-007 Control de la producción Envases Rectangulares
01-PPRO-008 Cont prod tapas, fondos, porta asas, asas y precintos

Especificaciones

01-TCAL-032_profund_tapa_Rev5
01-TCAL-036_longitud de la pestana_Rev6
01-TCAL-038_Peso_compuesto_Rev5
01-TCAL-065_Altura_-_desarrollo_cuerpo_Rev4
01-TCAL-066_Escuadra_cuerpo_Rev5
01-TCAL-078_Med_Doble_cierre_Rev3
01-TCAL-088_longitud_pestana_env_Rev5

Formularios

01-FPRO-042 Inspeccion de parametros en lineas de produccion Rev1

01-FPRO-050 Reporte de produccion y paradas LG Rev0

Mapas de proceso

01-DPRO-023 HD de Lineas Generales

01-DPRO-024 MP Fab, alm, desp env rect

CONCLUSIONES

1. Solo para las variables Gancho cuerpo, fondo, anchura (conformación tapa), longitud de pestaña tapa y solapado inferior, las gráficas de control preliminares presentan una condición severa de fuera de control.
2. Solo la variable escuadra de la etapa cortado de láminas no presenta una distribución normal por lo cual el seguimiento para su control se hará apoyado en la medida de tendencia central “mediana”.
3. El proceso es capaz de producir unidades con bajas probabilidades de generación de defectos solo para las variables profundidad del nervio en la etapa de cornado y profundidad y traslape para las etapas de conformación tapa y conformación fondo.
4. De igual forma el proceso presenta una capacidad potencial para producir unidades con bajas probabilidades de generación de defectos para la variable longitud de pestana del cuerpo para la etapa de pestañado, para el resto de las variables el valor de C_p es menor a 1.

RECOMENDACIONES

1. Realizar y aplicar un plan de mantenimiento preventivo y/o predictivo sobre la maquinaria de “Líneas Generales” con miras en aplicar nuevamente la metodología seguida para establecer las gráficas de control preliminares en las etapas donde se observó que el proceso estaba fuera de control pues se atribuye esta como la causa principal para esta condición en el proceso.
2. Tomar como variable crítica de control en la etapa expansión de cilindro la altura a la salida de este, por ser esta una medida una variable con forma de medición más práctica y exacta.
3. Investigar tolerancias y/o especificaciones que la American Can posea para latas rectangulares, pues las que se emplean para latas circulares tal vez sean muy exigentes, indicando capacidades de proceso que corresponden a una condición desfavorable cuando no es así en la realidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Capón K. y Rojas C. (2006) ***Evaluación y pautas para la implementación del control estadístico de procesos en una planta manufacturera de cigarrillos en Venezuela.*** [Documento en línea]. Trabajo especial de grado, Caracas. Universidad Católica Andrés Bello, Especialidad en Calidad. Disponible: http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAQ7414_1.pdf [Consulta: 2013, Junio 30]

Castillo Y. (2005). ***Implementación del control estadístico de la calidad en la línea de producción vesiculares bajo los requerimientos de la norma ISO 9001: 2000 en una empresa farmacéutica de uso veterinario.*** Trabajo especial de grado, Maracay. Comisión de estudios de postgrado, Facultad de Agronomía de Universidad Central de Venezuela.

El mundo de la lata. ***Teoría del Cierre - 1era parte.*** [Documento en línea]. Disponible:<http://www.mundolatas.com/Informacion%20tecnica/TEORIA%20DEL%20CIERRE%20%201%20PARTE.htm> [Consulta: 2012, Abril 26]

Hernández R. y Septien I. (2002) ***Aplicación de herramientas estadísticas en el análisis del proceso de producción de impermeabilizantes asfálticos.*** Trabajo especial de grado, Maracay. Comisión de estudios de postgrado, Facultad de Agronomía de Universidad Central de Venezuela

ISO 9001:2008, Norma Internacional: Sistemas de Gestión de la Calidad-Requisitos.

Montgomery, D. (2008). ***Control estadístico de la Calidad.*** (3^{era} Edición). Editorial Limusa, México.

Olivieri G. (2011). ***Control estadístico del proceso de elaboración de botellas PET NR para bebidas carbonatadas en una empresa de envases plásticos***. Trabajo especial de grado, Maracay. Comisión de estudios de postgrado, Facultad de Agronomía de Universidad Central de Venezuela.

Envases Venezolanos, S.A. [Pagina web].
http://www.envasesvenezolanos.com.ve/modules.php?name=Content&pa=showpage&p_id=10 [Consulta: 2012, Abril 26]

CÁLCULOS TÍPICOS

Cálculo de la línea central y límites para la gráfica de control $\bar{x}$:

Todos estos cálculos fueron realizados por el paquete estadístico statistix 8.0, sin embargo se presenta un ejemplo para el claro entendimiento del origen de estos valores.

Se emplea la ecuación II.1 sobre los n valores que conforman la muestra, para la primera corrida correspondiente a la variable espesor en la etapa de conformación tapa se tiene:

$$\bar{x} = \frac{(0,076 + 0,061 + 0,073 + 0,063)\text{pulg}}{4} = 0,068\text{pulg}$$

Seguidamente la media general que representará la línea central queda definida para las 10 muestras en el muestreo piloto empleando la ecuación II.3:

$$\begin{aligned}\bar{\bar{x}} &= \frac{(0,068 + 0,063 + 0,068 + 0,061 + 0,062 + 0,061 + 0,059 + 0,064 + 0,065 + 0,066)\text{pulg}}{4} \\ &= 0,0635\text{pulg}\end{aligned}$$

Para el cálculo de los límites de control se requiere haber definido el rango a través de la ecuación II.4; usando los valores de la primera corrida se tiene

$$R = (0,076 - 0,061)\text{pulg} = 0,015\text{pulg}$$

Luego para cada una de las 10 muestras y así obtener el rango general a través de la ecuación II.5

$$\begin{aligned}\bar{R} &= \frac{(0,015 + 0,009 + 0,017 + 0,006 + 0,003 + 0,003 + 0,005 + 0,002 + 0,018 + 0,011)\text{pulg}}{10} \\ &= 0,0089\text{pulg}\end{aligned}$$

El valor de la constante A_2 se encuentra en la tabla B1, siendo para este caso de $n=4$ igual 0,729; seguidamente sustituyendo dicho valor en el conjunto de ecuación II.6 resulta:

$$UCL = 0,0635\text{pulg} + 0,729 \times 0,0089\text{pulg} = 0,0700\text{pulg}$$

$$\text{linea central} = 0,0635 \text{ pulg}$$

$$LCL = 0,0635 \text{ pulg} - 0,729 \times 0,0089 \text{ pulg} = 0,0570 \text{ pulg}$$

Cálculo de la línea central y límites para la gráfica de control R:

Con el ya obtenido valor de $\bar{R}$, las constantes D_3 y D_4 obtenida de la tabla B1 y el mismo caso de la primera corrida correspondiente a la variable espesor en la etapa de conformación tapa se tiene al sustituir en el conjunto ecuación II.7:

$$UCL = 2,282 \times 0,0089 \text{ pulg} = 0,0203 \text{ pulg}$$

$$\text{linea central} = 0,0089 \text{ pulg}$$

$$LCL = 0 \times 0,0089 \text{ pulg} = 0 \text{ pulg}$$

Cálculo del tamaño de muestra para el muestreo de verificación:

Para el cálculo de este valor fue necesario emplear la ecuación II.17, que para el caso presentado como ejemplo (variable espesor en la etapa de conformación tapa) resulta:

N: 2880 envases

T: Valor de desvío normal asociado a un nivel de confianza del 95%: 1,96.

E: Corresponde al error máximo permitido que se está dispuesto a asumir: 0,005 pulg (a pesar de que las tolerancias definidas por la American Can Company para esta variable de doble cierre en latas circulares es de 0,003 pulg; siendo esta la única referencia disponible en la empresa, esto con fines de reducir el tamaño de muestra en vista de que la prueba de evaluación de esta característica del proceso es destructiva.)

σ^2 : Correspondiendo esta a la *varianza resultado del muestreo piloto*.

✓ Ejemplo de cálculo de varianza muestral en muestreo piloto:

Empleando la ecuación:

$$\hat{\sigma}^2 = S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Para los valores promedios de las 10 corridas de muestras n=4 se tiene:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{(0,068 - 0,064)^2 + (0,063 - 0,064)^2 + (0,068 - 0,064)^2 + (0,061 - 0,064)^2 + (0,062 - 0,064)^2 + (0,061 - 0,064)^2 + (0,059 - 0,064)^2 + (0,064 - 0,064)^2 + (0,065 - 0,064)^2 + (0,066 - 0,064)^2}{10 - 1}$$

$$\hat{\sigma}^2 = 0,0000912 \text{ pulg}^2$$

Sustituyendo los valores indicados en la ecuación II.17, se tiene:

$$n = \frac{1,96^2 \times 2880 \text{ unid} \times 0,0000912 \text{ pulg}^2}{1,96^2 \times 0,0000912 \text{ pulg}^2 + 2880 \text{ unid} \times (0,005 \text{ pulg})^2} = 1,4 \text{ unid} \sim 2 \text{ unid}$$

Lo que implica que el tamaño de muestra representativa de esta población para esta variable en esta etapa del proceso bajo la varianza estimada es igual a 2 dos muestras; siendo esta el tamaño de muestra contra el cual se validaron las graficas preliminares de control en el muestreo de verificación.

Cálculo de la capacidad del proceso:

De igual forma para la variable espesor del doble cierre en la etapa de conformación tapa, y empleando la ecuación II.8 para el cálculo de la capacidad potencial del proceso se tiene

$$C_p = \frac{(0,064 - 0,058) \text{ pulg}}{6 \times 0,00432 \text{ pulg}} = 0,23$$

Esto al haber obtenido σ para la grafica de control a través del estimador (con d_2 proveniente de la tabla B1):

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,0089 \text{ pulg}}{2,059} = 0,00432 \text{ pulg}$$

Lo que porcentualmente se representa a través de la ecuación II.9:

$$P = \left(\frac{1}{0,23} \right) 100\% = 432,33\%$$

Lo que implica que el proceso utiliza sobrepasa el 100% de la banda de especificaciones.

Respecto de la capacidad real con el uso de la ecuación II.12, se tiene:

$$C_{pu} = \frac{(0,064 - 0,0627) \text{ pulg}}{3 \times 0,00432 \text{ pulg}} = 0,10$$

$$C_{pl} = \frac{(0,0627 - 0,058) \text{ pulg}}{3 \times 0,00432 \text{ pulg}} = 0,36$$

$$C_{pk} = \min(C_{pu}, C_{pl}) = 0,10$$

Indicando una condición aun más crítica respecto de las especificaciones.