



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD,
UTILIZANDO TÉCNICAS ESTADÍSTICAS, EN UNA
FÁBRICA DE PRODUCTOS TERMOPLÁSTICOS**

Enma Janeth Padilla

Asesorado por el Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos

Guatemala, junio de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD,
UTILIZANDO TÉCNICAS ESTADÍSTICAS, EN UNA
FÁBRICA DE PRODUCTOS TERMOPLÁSTICOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ENMA JANETH PADILLA

ASESORADO POR EL INGENIERO BYRON GERARDO CHOCOOJ BARRIENTOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADORA	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola
EXAMINADOR	Ing. Ismael Homero Jerez González
EXAMINADOR	Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD, UTILIZANDO TÉCNICAS ESTADÍSTICAS, EN UNA FÁBRICA DE PRODUCTOS TERMOPLÁSTICOS,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, el 10 de mayo de 2005.

Enma Janeth Padilla

AGRADECIMIENTO A

DIOS

Por darme la vida y haberme permitido culminar este trabajo, dándome la fuerza, la sabiduría y el entendimiento necesario.

MIS ABUELITOS Y MI MAMÁ

Que en paz descansen, porque yo sé que desde el cielo ellos me están cuidando y por el amor que me dedicaron toda su vida.

MI TÍO GUILLERMO

Por brindarme siempre la confianza y determinación para seguir adelante, por su apoyo incondicional, y por ser un ejemplo a seguir.

MI TÍO ENRIQUE

Por estar conmigo en todo momento apoyándome incondicionalmente, y ayudarme a culminar con éxito la carrera, por sus consejos y su cariño.

TODA MI FAMILIA

Quienes me apoyaron incondicionalmente y me dieron el aliento necesario para cursar una carrera universitaria, y terminar el presente trabajo de graduación, brindándome siempre cariño, comprensión y fuerzas para continuar.

MANUEL

Por estar a mi lado en momentos muy especiales, y ser una parte importante en mi vida, dándome el ánimo absoluto para seguir adelante.

TODOS MIS AMIGOS

Por todo su apoyo y aliento en cualquier momento, y por demostrarme que puedo contar con ellos en cualquier momento.

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Por haberme brindado la oportunidad de estudiar una carrera universitaria.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ORGANIZACIONAL	
1.1. Descripción de la empresa	1
1.2. Descripción de la actividad industrial	3
1.3. Estructura organizacional	4
1.3.1. Organigrama general	5
1.3.2. Descripción de puestos	6
1.4. Descripción de procesos	11
1.4.1. Factores que intervienen en el proceso	11
1.4.1.1. Materia prima	12
1.4.1.2. Maquinaria	19
1.4.1.3. Mano de obra	25
1.4.1.4. Infraestructura	26
1.4.2. Diagramas de procesos	26
1.4.2.1. Diagrama de operaciones de proceso	27
1.4.2.2. Diagrama de flujo de proceso	28
1.4.2.3. Diagrama de recorrido del proceso	29

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	
2.1. Planificación de la calidad	31
2.1.1. Responsabilidad de la dirección	32
2.1.2. Enfoque al cliente	34
2.1.2.1. Estrategia	35
2.1.2.2. Necesidades del cliente	36
2.1.2.2.1. Necesidades actuales	37
2.1.2.2.2. Necesidades futuras	39
2.1.3. Política de calidad	40
2.1.3.1. Objetivos de la calidad	48
2.1.3.2. Alcance de la política de calidad	49
2.1.3.3. Establecimiento de la política	50
2.1.4. Estructura de la administración de calidad	51
2.1.5. Análisis de los procesos	56
2.1.5.1. Mapa de procesos	57
2.1.5.2. Descripción de los procesos	58
2.1.5.2.1. Extrusión	58
2.1.5.2.2. Bobinas	60
2.1.5.2.3. Termoformado	60
2.1.5.2.4. Impresión	62
2.1.5.2.5. Empaque	63
2.1.6. Determinación de los parámetros para evaluar la calidad	63
2.1.6.1. Especificaciones	63
2.1.6.2. Criterios de aceptación o rechazo	65
2.1.6.3. Tablas militares	67
2.1.7. Análisis de riesgos	68
2.1.7.1. Determinación de puntos críticos	71

2.1.7.2. Establecimiento de límites críticos	73
2.1.8. Aseguramiento de la calidad	75
2.1.9. Creación de documentos internos para el control	77
2.1.9.1. Hoja de especificaciones del pedido	78
2.1.9.2. Hoja de verificación del proceso	80
2.1.9.3. Planilla de inspección del proceso	82

3. CONTROL DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

3.1. Análisis del diseño	87
3.1.1. Análisis del valor	87
3.1.1.1. Recipientes plásticos	88
3.1.1.2. Tapaderas	90
3.1.1.3. Vasos	92
3.1.1.4. Platos	94
3.1.2. Análisis de confiabilidad	95
3.1.2.1. Recipientes plásticos	96
3.1.2.2. Tapaderas	97
3.1.2.3. Vasos	98
3.1.2.4. Platos	99
3.2. Análisis de conformidad	100
3.2.1. Control estadístico de la calidad	101
3.2.1.1. Recopilación y análisis de datos	101
3.2.1.1.1. Gráficos de control	130
3.2.1.1.1.1. Gráficos por variables	131
3.2.1.1.1.1.1. Gráfico de control de medias	132
3.2.1.1.1.1.2. Gráfico de control de rangos	138
3.2.1.1.1.1.3. Gráfico de control de desviación	144

3.2.1.1.1.2.	Gráficos por atributos	150
3.2.1.1.1.2.1.	Gráfico de producto no conforme (P)	150
3.2.1.1.1.2.2.	Gráfico de no conformidades	155
3.2.1.1.1.2.2.1.	Por unidad de inspección (C)	155
3.2.1.1.1.2.2.2.	Por unidad en la muestra (U)	159
3.2.1.1.2.	Capacidad del proceso	159
3.2.1.1.3.	Muestreo de aceptación	159
3.2.1.1.3.1.	Curva característica de operación	160
3.2.1.1.3.2.	Muestreo simple	160
3.2.1.2.	Interpretación de los gráficos	161

4. MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

4.1.	Control del producto no conforme	163
4.1.1.	Acciones sobre el producto no conforme	164
4.1.2.	Sistema de acción correctiva y preventiva	166
4.1.2.1.	Ciclo Deming de mejoramiento	170
4.1.2.1.1.	Planear	170
4.1.2.1.2.	Hacer	171
4.1.2.1.3.	Verificar	172
4.1.2.1.4.	Actuar	173
4.2.	Medición y análisis de mejora continua	173
4.2.1.	Investigación de necesidades insatisfechas	176
4.2.2.	Rediseño del producto	176
4.2.3.	Rediseño del proceso	177
4.3.	Evaluación de desempeño de gestión integral	178
4.3.1.	Revisiones gerenciales	179
4.3.2.	Satisfacción del cliente	180

4.3.2.1. Retroalimentación	181
4.3.3. Círculos de calidad	182
CONCLUSIONES	185
RECOMENDACIONES	189
BIBLIOGRAFÍA	191

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Ejemplo de los envases termoplásticos producidos por la empresa	2
2	Organigrama general de la empresa	6
3	Estructura molecular del polietileno	13
4	<i>Pellets</i> de materia prima	19
5	Diagrama de operaciones de proceso	27
6	Diagrama de flujo de proceso	28
7	Diagrama de recorrido	29
8	Organigrama general propuesto	52
9	Organización del comité de calidad	53
10	Mapa de procesos del polietileno y poliestireno	57
11	Mapa de procesos del polietileno	58
12	Riesgos de producción	68
13	Hoja de especificaciones del cliente	79
14	Hoja de verificación del proceso	81
15	Planilla de inspección	83
16	Planilla de inspección	84
17	Planilla de inspección	85
18	Recipientes plásticos producidos por la empresa	89
19	Recipientes plásticos producidos por la empresa	90
20	Recipientes plásticos producidos por la empresa	90

21	Bandejas producidas del mismo material a las tapaderas	91
22	Vasos producidos por la empresa	92
23	Vasos producidos por la empresa	93
24	Vasos producidos por la empresa	93
25	Platos producidos por la empresa	95
26	Pruebas de resistencia (recipientes plásticos)	96
27	Resistencia a la presión (recipientes plásticos)	97
28	Ajustes de tapaderas al recipiente	98
29	Resistencia a la presión (vasos plásticos)	99
30	Resistencia al peso específico del producto	100
31	Gráfico de control de medias (vaso plástico No. 7)	132
32	Gráfico de control de medias (plato plástico No. 9)	133
33	Gráfico de control de medias (plato con divisiones)	133
34	Gráfico de control de medias (recipiente plástico pequeño)	134
35	Gráfico de control de medias (recipiente plástico mediano)	134
36	Gráfico de control de medias (recipiente plástico grande)	135
37	Gráfico de control de medias (tapadera plástica pequeña)	136
38	Gráfico de control de medias (tapadera plástica mediana)	136
39	Gráfico de control de medias (tapadera plástica grande)	137
40	Gráfico de control de rangos (vaso plástico No. 7)	138
41	Gráfico de control de rangos (plato plástico No. 9)	139
42	Gráfico de control de rangos (plato con divisiones)	139
43	Gráfico de control de rangos (recipiente plástico pequeño)	140
44	Gráfico de control de rangos (recipiente plástico mediano)	141
45	Gráfico de control de rangos (recipiente plástico grande)	142

46	Gráfico de control de rangos (tapadera plástica pequeña)	142
47	Gráfico de control de rangos (tapadera plástica mediana)	143
48	Gráfico de control de rangos (tapadera plástica grande)	143
49	Gráfico de control de desviación (vaso plástico No. 7)	144
50	Gráfico de control de desviación (plato plástico No. 9)	145
51	Gráfico de control de desviación (plato con divisiones)	145
52	Gráfico de control de desviación (recipiente plástico pequeño)	146
53	Gráfico de control de desviación (recipiente plástico mediano)	146
54	Gráfico de control de desviación (recipiente plástico grande)	147
55	Gráfico de control de desviación (tapadera plástica pequeña)	148
56	Gráfico de control de desviación (tapadera plástica mediana)	148
57	Gráfico de control de desviación (tapadera plástica grande)	149
58	Gráfico P (vaso plástico No. 7)	151
59	Gráfico P (plato plástico No. 9)	151
60	Gráfico P (plato plástico con divisiones)	152
61	Gráfico P (recipiente plástico pequeño)	152
62	Gráfico P (recipiente plástico mediano)	153
63	Gráfico P (recipiente plástico grande)	153
64	Gráfico P (tapadera plástica pequeña)	154
65	Gráfico P (tapadera plástica mediana)	154
66	Gráfico P (tapadera plástica grande)	155
67	Gráfico C (vaso plástico No. 7)	156
68	Gráfico C (plato plástico No. 9)	156
69	Gráfico C (plato plástico con divisiones)	156

70	Gráfico C (recipiente plástico pequeño)	157
71	Gráfico C (recipiente plástico mediano)	157
72	Gráfico C (recipiente plástico grande)	157
73	Gráfico C (tapadera plástica pequeña)	158
74	Gráfico C (tapadera plástica mediana)	158
75	Gráfico C (tapadera plástica grande)	158

TABLAS

I	Tabla de control por variables X-R (vaso plástico No. 7)	103
II	Tabla de control por variables X-S (vaso plástico No. 7)	104
III	Tabla de control por atributos (vaso plástico No. 7)	105
IV	Tabla de control por variables X-R (plato plástico No. 9)	106
V	Tabla de control por variables X-S (plato plástico No. 9)	107
VI	Tabla de control por atributos (plato plástico No. 9)	108
VII	Tabla de control por variables X-R (plato con divisiones)	109
VIII	Tabla de control por variables X-S (plato con divisiones)	110
IX	Tabla de control por atributos (plato con divisiones)	111
X	Tabla de control por variables X-R (recipiente plástico pequeño)	112
XI	Tabla de control por variables X-S (recipiente plástico pequeño)	113
XII	Tabla de control por atributos (recipiente plástico pequeño)	114
XIII	Tabla de control por variables X-R (recipiente plástico mediano)	115

XIV	Tabla de control por variables X-S (recipiente plástico mediano)	116
XV	Tabla de control por atributos (recipiente plástico mediano)	117
XVI	Tabla de control por variables X-R (recipiente plástico grande)	118
XVII	Tabla de control por variables X-S (recipiente plástico grande)	119
XVIII	Tabla de control por atributos (recipiente plástico grande)	120
XIX	Tabla de control por variables X-R (tapadera plástica pequeña)	121
XX	Tabla de control por variables X-S (tapadera plástica pequeña)	122
XXI	Tabla de control por atributos (tapadera plástica pequeña)	123
XXII	Tabla de control por variables X-R (tapadera plástica mediana)	124
XXIII	Tabla de control por variables X-S (tapadera plástica mediana)	125
XXIV	Tabla de control por atributos (tapadera plástica mediana)	126
XXV	Tabla de control por variables X-R (tapadera plástica grande)	127
XXVI	Tabla de control por variables X-S (tapadera plástica grande)	128
XXVII	Tabla de control por atributos (tapadera plástica grande)	129
XXVIII	Hoja de datos para muestreo de aceptación	161

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Gr.	Gramo
Cm	Centímetro
Mm	Milímetro
X	Media
R	Rango
LSC	Límite superior de control
LCC	Límite central de control
Lic.	Límite inferior de control
N	Número de datos

GLOSARIO

Àlabes o filetes	Los àlabes o filetes que recorren el husillo de un extremo al otro, son los verdaderos impulsores del material a través del extrusor.
Profundidad del filete en la zona de alimentación	Es la distancia entre el extremo del filete y la parte central o raíz del husillo. En esta parte, los filetes son muy pronunciados, con el objeto de transportar una gran cantidad de material al interior del extrusor, aceptado el material sin fundir y aire que está atrapado entre el material sólido.
Profundidad del filete en la zona de descarga o dosificación	En esta zona, se consigue la reducción del volumen en que el material es transportado, ejerciendo una compresión sobre el material plástico. Esta compresión es útil para mejorar el mezclado del material, y para la expulson del aire que entra junto con la materia prima alimentada.
Relación de compresión	Se conoce como relación de compresión, a la diferencia entre la profundidad del filete en la alimentación y la profundidad del filete en la descarga. El resultado de este cociente es siempre mayor a uno y puede llegar incluso hasta 4.5 en ciertos materiales.

Análisis de riesgos	Es un estudio que facultará a los encargados de la línea de producción, a determinar todas aquellas operaciones del proceso que puede causar problemas como la improductividad del mismo, generando con ellos pérdida no sólo de tiempo sino de potenciales ganancias.
Aseguramiento de calidad	Es aquella fase que persigue alcanzar un nivel continuo de calidad del producto, proporcionado por la empresa.
Cuadros de control estadístico	Es un método estadístico que se emplea principalmente para el estudio y control de los procesos repetitivos. Éstos se aplican para evaluar alguna característica crítica del proceso, mediante mediciones frecuentes en la línea de producción y consignar los datos en gráficas que cubran la jornada completa de trabajo, con el fin de analizar los cambios y el comportamiento del proceso en el tiempo.
Gráficos de control	Es aquel que se utiliza para comparar una característica observada con límites de variación que se establecen previamente, con ésto se conocerá si el proceso está bajo un control estadístico a la menor brevedad, que nos permita hacer los ajustes necesarios en el momento.

Gráfico de control de rangos	Es aquel que practica el control sobre la variabilidad del proceso en sí. Éste es utilizado cuando se va a observar la variabilidad de los datos, y no se toma en cuenta qué tan alejados estén los datos en conjunto de la media.
Gráfico P	Este gráfico controla el porcentaje de productos defectuosos dentro del lote de producción. Por lo tanto, se debe reunir todos los datos relativos a la cantidad inspeccionada y junto con ella la cantidad de unidades no conformes detectadas (p).
Gráfico C	Es aquel que muestra el número de no conformidades detectadas por unidad.
Curva característica de operación	La curva característica de operación describe el grado de protección ofrecido por el plan de muestreo, contra la producción de lotes de diversa calidad, tanto para el consumidor como para el productor, por lo tanto, identifica el comportamiento del plan de muestreo, brindando la probabilidad de aceptación para cada valor que puede asumir la proporción de unidades defectuosas en el lote inspeccionado.

Muestreo simple
de aceptación

El muestreo simple de aceptación se utilizará en el producto terminado, tomando una muestra al azar de tamaño representativo, determinada estadísticamente, en el cual se utilizará una regla de decisión para aceptación o rechazo del lote, con base en el número de recipientes plásticos defectuosos, revisando características de calidad de los recipientes de un lote y se comparan los resultados con criterios de aceptación para comprobar que se satisfacen los criterios establecidos y así aceptar el lote, de lo contrario se rechaza.

RESUMEN

Un sistema de gestión de calidad es muy importante implementarlo en toda empresa industrial, debido al gran valor agregado que proporciona brindar a los clientes productos de reconocida calidad, que cumplan con las especificaciones requeridas y asimismo que satisfaga las necesidades de sus clientes, tanto reales como potenciales. Por lo tanto, se realizó el diseño de este sistema para una empresa de productos termoplásticos, dentro del cual se podrá observar el diagnóstico de la situación actual de la empresa, describiendo su actividad industrial, su estructura y la descripción de los procesos y sus factores. Posteriormente, se diseñó el sistema investigando las necesidades del cliente y basándose en ello, se estableció la política de calidad a seguir y la responsabilidad de dirección como de la administración en general de la empresa. Se establecieron los parámetros de calidad y se realizó un estudio de riesgos determinando los puntos críticos del proceso, los cuales se deben revisar constantemente, y a la vez se crearon algunos documentos que serán utilizados para el control estadístico de la calidad.

Enseguida, se estudiaron los procesos analizando la conformidad de los productos, recopilando datos y estudiándolos para presentar los gráficos de control y evaluar el estado en que los productos salen de producción, evaluando las medias, rango y desviación de los datos, analizando también los atributos. Se presentó las acciones preventivas y correctivas para problemas encontrados, y así también se implementó un ciclo Deming para el problema más oneroso, y se diseñó la forma de retroalimentación y mejora continua.

OBJETIVOS

- **GENERAL**

Diseñar un sistema de gestión de calidad de carácter mundial que ayude a la empresa a crear una ventaja competitiva entre sus competidores del mismo ramo, y al mismo tiempo sobresalir con respecto a los posibles nuevos competidores que se originarían con la entrada en vigencia de tratados económicos en el país, garantizando que los productos que se ofrecen son de calidad y se mantienen en un constante control mediante técnicas estadísticas.

- **ESPECÍFICOS**

1. La empresa podrá establecer un nivel de calidad en sus productos que permita el incremento de la demanda, siguiendo el esquema de un sistema de gestión de calidad adecuadamente.
2. Establecer la estructura adecuada que debe tener toda organización encaminada a la calidad total de sus productos, tomando en cuenta tanto la estructura administrativa como operativa de calidad, destacando las funciones y responsabilidades de cada área de desarrollo del producto.

3. Definir a través de técnicas estadísticas, como los gráficos de control y su análisis, la capacidad que posee la empresa para elaborar productos de calidad mediante la satisfacción de las necesidades de sus clientes, y al mismo tiempo ser capaz de cumplir con la demanda actual.
4. Considerar a través del análisis de datos de las técnicas estadísticas, los posibles cambios que se deben dar en el manejo de la materia prima, los procedimientos para la elaboración y el empaque de producto terminado, para poder mantener un nivel de calidad consistente.
5. Determinar los puntos críticos del proceso de elaboración de productos plásticos desechables para así poder, por medio de un análisis de riesgos, establecer acciones correctivas y preventivas que nos ayuden a asegurar la calidad del producto terminado.
6. Establecer las medidas que se tomarán en cuenta con respecto a los productos que no llenen las expectativas de calidad esperadas, tratando de evitar reprocesos y desperdicios, los cuales deterioran los tiempos de producción y la calidad.
7. Persuadir al personal de la empresa, de la importancia de la creación de una cultura de mejora continua, para poder estar en constante perfeccionamiento con las técnicas de calidad presentadas, tomando en cuenta la evaluación del desempeño mediante revisiones gerenciales, círculos de calidad y satisfacción del cliente.

INTRODUCCIÓN

Se considera que un sistema de gestión de calidad en una empresa dedicada a la industria productora de termoplásticos es muy importante, debido a que las necesidades del cliente han ido evolucionando, de tal manera, que es imprescindible satisfacerlas y aún más superar las expectativas del cliente, por lo tanto, implementar un sistema de calidad en la empresa no sólo creará un grado de competitividad que sobresale frente a las demás compañías que ofrecen productos termoplásticos, sino que, además, origina mayor demanda entre los consumidores, debido a que se asegura que los productos que se proporcionan cumplen con cierto estándar de calidad, posicionando su mercado en un lugar de preferencia por parte de los clientes que los lograrán ver como proveedores potenciales.

Por lo tanto, en el presente diseño del sistema de calidad se podrá encontrar, en primer lugar, un diagnóstico de la situación organizacional actual de la empresa, evaluando su actividad industrial, la estructura organizacional, la descripción de puestos, los factores que intervienen en el proceso y los procesos en sí. Posteriormente, se procede a realizar la planificación del sistema de calidad, determinando la responsabilidad de cada uno dentro del sistema, evaluando el enfoque actual y convirtiéndolo en un enfoque al cliente a través de la investigación de sus necesidades. Se definirá una política de calidad y la estructura administrativa, para luego determinar los parámetros que se utilizarán para evaluar la calidad y determinar los puntos críticos dentro del proceso.

Consecuentemente, se trabajará el análisis del control estadístico en sí, para determinar si los productos de la empresa tienen la calidad necesaria y satisface las necesidades de los clientes, utilizando los diferentes gráficos de control que se aplican y la técnica de muestreo para materia prima y producto terminado. Por último, se definirán las acciones preventivas y correctivas que se utilizarán con el producto no conforme y se describirá la forma de evaluar la mejora continua.

1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ORGANIZACIONAL

1.1. Descripción de la empresa

La empresa para la cual se presenta la propuesta del diseño del sistema de gestión de calidad es una compañía que se dedica a la fabricación de envases termoplásticos utilizados por los consumidores para la protección y almacenamiento de diversos productos para el uso diario. Esta empresa se encuentra ubicada en la Avenida Petapa dentro de la zona industrial.

Su función principal es, como ya se mencionó, la elaboración de productos termoplásticos. La empresa ha estado brindando sus actividades comerciales desde hace más de doce años en Guatemala, por lo cual se deduce que ya está bien establecida en el mercado. Es posible clasificarla como una mediana empresa debido a que en la empresa laboran aproximadamente 100 personas tomando en cuenta todo el personal. Sus jornadas de trabajo la tienen distribuidas en dos jornadas para el área de producción.

Cuenta con proveedores extranjeros que aseguran la calidad de la materia prima, entre ellos se pueden mencionar proveedores de Corea, Venezuela, Colombia y México. La seguridad que ofrece el aprovisionamiento de materia prima brinda la oportunidad de poder enfocarse más detenidamente en la calidad en el proceso, procurando con ello surtir a sus clientes conforme a sus demandas y expectativas.

Esta empresa ofrece la solución perfecta para muchas empresas industriales que utilizan el outsourcing para el empaque de su producto y obtiene con ello la maximización de sus beneficios. Tiene distribuido el mercado adecuadamente contando como clientes frecuentes compañías reconocidas como La Popular, Pollo Campero, Colgate-Palmolive, La Terminal y empresas de productos chinos, con los cuales empaican alimentos para llevar, entre otros clientes menores.

Figura 1. Ejemplo de los envases termoplásticos producidos por la empresa



Fuente: www.termoplasticos.com

1.2. Descripción de la actividad industrial

Los productos plásticos han sido y, en la actualidad, son muy útiles debido a la amplia gama de utilidades que se puede obtener de ellos. Además los plásticos cuentan con innumerables características que lo hacen el material perfecto para distribuir diversos productos, como lo son: flexibles, lo que facilita el manejo y moldeo del mismo para satisfacer las necesidades del cliente; resisten la deformación, que ayuda al almacenamiento y protección del contenido; preservación de su contenido en buen estado; presentación del producto final y facilidad de impresión, entre otras.

Por las cualidades descritas anteriormente ya varias empresas han optado por elegir este ramo industrial para iniciar actividades y desarrollarse tratando de sobresalir entre las fábricas existentes actualmente concentrando, como clientes potenciales, a varias empresas manufactureras que necesitan este tipo de empaque para distribuir sus productos.

Esta actividad industrial se encuentra establecida como un oligopolio, debido a que los dueños o gerentes de cada una de las empresas fabricantes de productos termoplásticos se reúnen cada cierto tiempo para establecer los precios de los productos permitiendo así brindar el producto al mismo precio y exista así una variedad de productores a los cuales los clientes puedan recurrir, así como habilita la oportunidad de que cada una de las empresas mantengan sus actuales clientes en vez de perderlos por la competencia.

Sin embargo, el interés por brindar un producto con estándares de calidad aceptable o alta se ha convertido en una necesidad apremiante para todos los fabricantes; esta preocupación se debe a la expectativa que se tiene sobre la introducción nuevas empresas en este ramo, en especial, las empresas norteamericanas, debido a que ellos mismos se consideran un laboratorio de estas empresas.

Por lo tanto, se pretende encaminar a los productores de envases termoplásticos a otorgar al consumidor productos con una reconocida calidad, lo cual se consigue mediante la introducción de sistemas de gestión de calidad, que manifiesten como se va a controlar la producción exigiendo calidad desde la entrada de materia prima hasta la salida del producto terminado, y la distribución si es necesario.

1.3. Estructura organizacional

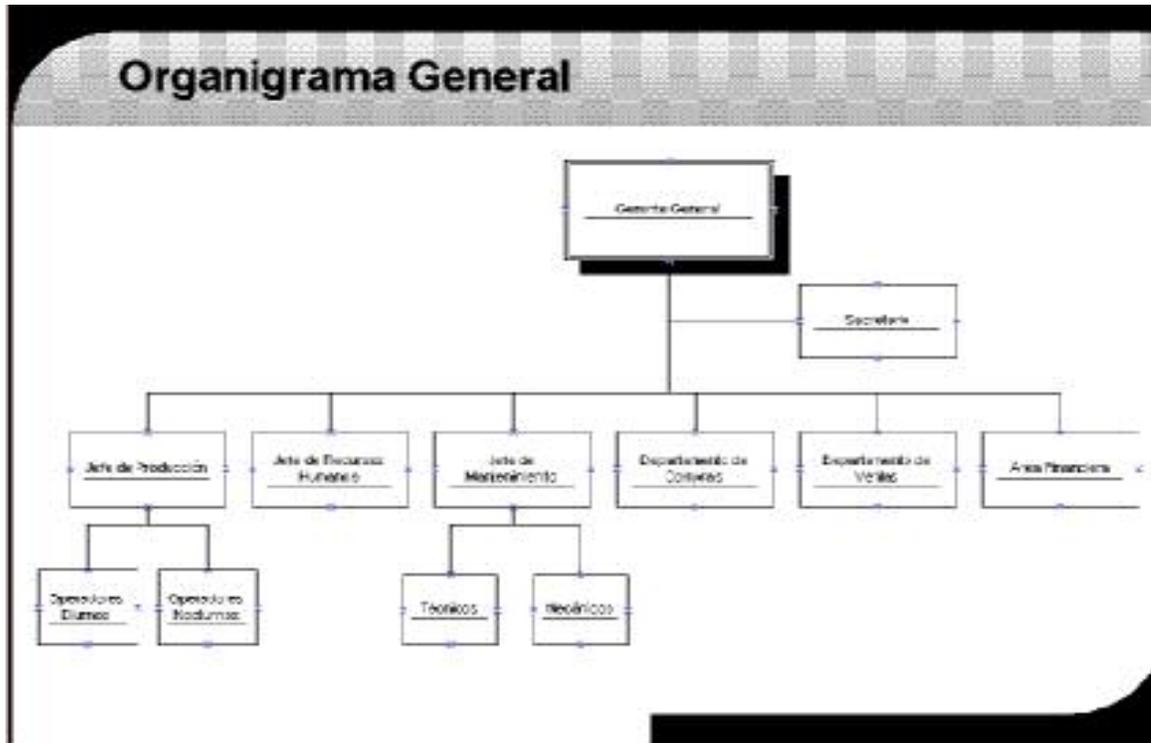
Como se mencionó en el título "Descripción de la empresa", ésta se encuentra clasificada como una mediana empresa, debido al número de trabajadores que laboran en ella; además se puede percibir que la estructura organizacional se encuentra distribuida tradicionalmente como una organización funcional, es decir, existen varios departamentos que unifican sus esfuerzos para contribuir a la realización de cada uno de los productos. Este tipo de organización es común en las empresas medianas por la utilidad que representa para asignar y distribuir las diferentes actividades y responsabilidades que se deben realizar para el correcto funcionamiento de la entidad.

Por otra parte, la comunicación interna que se maneja mayormente es la comunicación verbal debido al tamaño de la empresa y la facilidad que ésta conlleva para transmitir ideas claras, aunque también utilizan comunicación interna formal tales como correos, memorandos, cartas, boletines, entre otras.

1.3.1. Organigrama general

Dentro de la empresa se maneja una organización muy tradicional, una distribución por funciones, en la que cada departamento está encargado de una sección que al trabajar juntos crea una organización efectiva para lograr el éxito de la empresa. En la siguiente gráfica usted podrá observar el organigrama en la que la empresa distribuye las responsabilidades.

Figura 2. Organigrama general de la empresa



Fuente: Original

1.3.2. Descripción de puestos

Los puestos descritos en el organigrama general, tienen diferentes funciones especiales a su caso, a continuación se procurará hacer una breve descripción de cada uno de ellos, para especificar sus respectivas obligaciones y así comprender la envergadura de cada uno de ellos.

Gerente General:

Es la persona encargada de velar porque toda la empresa logre, en conjunto, alcanzar los objetivos organizacionales que se establecieron al crear la empresa. El gerente general utiliza todas las herramientas de administración para manejar correctamente los recursos a su disposición con el fin de hacer un uso eficiente para así mejorar la productividad total. Además de organizar y analizar las funciones de cada uno de los departamentos de la empresa, es el encargado de mantener informada a la junta directiva de socios sobre la evolución de las actividades comerciales de la empresa productora de termoplásticos.

Ingeniero de Producción:

Está a cargo de la planta de producción y de todo el personal que trabaja en este departamento. Es el indicado para dar a conocer a los operarios la cantidad que se va a elaborar de cada uno de los productos. Tiene a su cargo la operación misma de la maquinaria. Trabaja en conjunto con los departamentos de compras y ventas para determinar la utilización eficiente de los recursos para el máximo beneficio de la empresa y a la vez para cumplir con la demanda que el mercado exige durante el mes.

Ingeniero de Mantenimiento:

Trabaja con uno de los recursos más importantes de la empresa, especialmente ésta, debido a que para la manufactura de los productos se utiliza maquinaria semiautomatizada que trabaja en línea, por lo tanto, se tiene que evitar el deterioro de las máquinas durante la producción, especialmente paralizaciones por largo tiempo. Es por ello, que esta persona maneja un delicado control del almacén de repuestos para cada una de las máquinas, con el fin de que siempre se disponga de los repuestos que las máquinas necesitan y además obtengan el servicio que se necesita para su óptimo desarrollo.

Departamento de Recursos Humanos:

Es la persona encargada de este departamento mantiene un control de todas las personas que laboran en la organización, tanto en el sector administrativo así como en la planta. Entre sus responsabilidades está la de buscar a la persona idónea para cada puesto dentro de la empresa, en caso de que se produzca una vacante o se requiera mano de obra adicional, mediante la realización de entrevistas y diversas pruebas para comprobar la capacidad de la persona para cubrir el puesto. Así mismo, es la persona que evalúa el desempeño del trabajo de los empleados actuales.

Encargado de Compras:

Tiene acceso directo a la información sobre los proveedores y sus precios, y está muy relacionado con el encargado de ventas debido a que debe conocer como se está comportando el mercado para poder suministrar la materia prima necesaria para la producción de los lotes necesarios. Maneja un inventario de materia prima y con éste se encarga de mantener el control sobre un stock mínimo para poder cumplir con la obligación de suministrar ciertos productos cuando los clientes lo soliciten, mientras llega la nueva materia prima, lo cual es muy importante debido a que los proveedores no son guatemaltecos y la espera para la llegada de la materia prima se prolonga razonablemente.

Encargado de Ventas:

En este caso, la relación más directa que tiene el departamento de ventas es con el departamento de producción, debido a que no puede vender más de lo que se produce, por lo tanto estos departamentos están comunicándose continuamente para que el ingeniero de producción pueda transmitir las órdenes de trabajo conforme a la medida en que se venden los artículos. Debe mantener una buena relación con los clientes y ofrecer el producto sin demoras, por lo tanto agilizar la producción en caso de tener que satisfacer un pedido urgente.

Encargado de Contabilidad:

Esta persona se encuentra a cargo de las finanzas de toda la organización, porque es el que se encarga de actualizar constantemente todos los datos sobre la situación financiera de la empresa, es decir, se encarga del pago de proveedores, nóminas y otros gastos necesarios; así mismo tiene la responsabilidad de llevar el control de los libros contables, para que con esta información llevar un registro austero y con ello proporcionar informes completos para la toma de decisiones, ya que con éstos se pueden evaluar las diferentes alternativas de solución de problemas.

Mecánicos:

Ellos se encuentran bajo las órdenes del ingeniero de mantenimiento y, en conjunto con éste, tienen la responsabilidad de mantener en óptimas condiciones la maquinaria para que puedan ser utilizadas por los operadores sin ninguna interrupción en la producción. Conjuntamente con el mantenimiento preventivo, se encarga del mantenimiento correctivo de las máquinas, el cual se refiere a la reparación de los problemas técnicos que presenten las diferentes máquinas a su cargo cuando el fallo es repentino. Sin embargo cabe mencionar que estos empleados tienen responsabilidades limitadas pues también se destina la utilización de outsourcing para servicios complejos que necesite la máquina.

Operadores:

Ellos tienen a su cargo la elaboración del producto final para su posterior puesta en el mercado. Son los responsables de la correcta utilización de la materia prima y la maquinaria para la obtención del artículo final para la venta. Conjuntamente, se encargan de la calidad del producto y de separar aquel producto que no satisfaga con las especificaciones que el cliente establece. Trabajan en línea, bajo supervisión directa del ingeniero de producción, por lo tanto, en caso que se presente un problema de calidad, éstos paran la producción para revisar donde se originó el problema inspeccionando desde la extrusión de materia prima hasta las condiciones internas de la maquinaria.

1.4. Descripción de procesos

1.4.1. Factores que intervienen en el proceso

El proceso de manufactura de los productos termoplásticos es mayormente semiautomatizado, ya que se utilizan a las personas solamente para la preparación de la máquina, el transporte del producto o bien para el empaque del producto terminado. Como en todo proceso industrial, se utiliza una serie de elementos que ayudan a fabricar cada pieza en una forma integral, entre los cuales se encuentra la materia prima, maquinaria, mano de obra e infraestructura, las cuales se describirán a continuación para así poder comprender mejor el proceso de elaboración del producto.

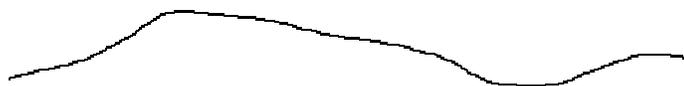
1.4.1.1. Materia prima

Entre las principales materias primas que se utilizan para elaborar los envases termoplásticos se encuentran el polipropileno y poliestireno para los envases, platos y vasos y el polietileno se utiliza mayormente para fabricar las tapaderas de los envases. Se considera que es de gran importancia conocer las características de los materiales debido a que con ello se puede obtener el máximo beneficio de los mismos, por lo tanto a continuación se detalla cada uno de ellos de una manera breve.

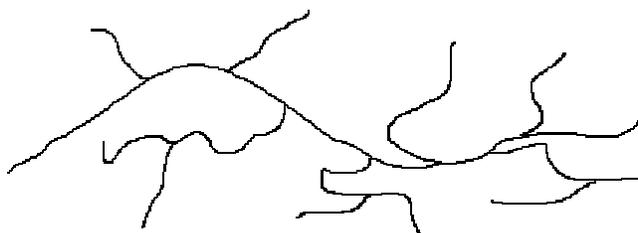
Polietileno:

El polietileno es probablemente el polímero más visto y utilizado en la vida diaria, por lo tanto, es el plástico más popular del mundo. Lo cual se debe a que tiene la estructura más simple de todos los polímeros comerciales, convirtiéndolo en un material muy versátil. Una molécula del polietileno es una cadena larga de átomos de carbono, con dos átomos de hidrógeno unidos a cada átomo de carbono. A continuación se presenta la estructura molecular de este material, que se representa con la cadena de átomos de carbono, de miles de átomos de longitud:

Figura 3. Estructura molecular del polietileno.



A molecule of linear polyethylene, or HDPE



A molecule of branched polyethylene, or LDPE

Fuente: www.poliethylene.com

En ocasiones es un poco más complicado. A veces algunos de los carbonos, en lugar de tener hidrógenos unidos a ellos, tienen asociadas largas cadenas de polietileno. Esto se llama polietileno ramificado, o de baja densidad, o LDPE. Cuando no hay ramificación, se llama polietileno lineal, o HDPE. El polietileno lineal es mucho más fuerte que el polietileno ramificado, pero el polietileno ramificado es más barato y más fácil de hacer.

El polietileno es muy utilizado en esta empresa, debido a que por sus características químicas, descritas anteriormente, resulta ser el material adecuado para la producción de las tapas de los envases que se fabrican, ya que permite la elaboración de un producto más flexible que el que se obtendría con el poliestireno o el polipropileno.

Así mismo, resulta ser de menor costo debido a que el proceso que sigue se conforma solo de la inyección y, regularmente, este producto no requiere ningún tipo de impresión en su cara, por lo que el producto no utilizado pasa directamente del molido a la inyección.

Poliestireno:

El poliestireno es un material termoplástico incoloro y transparente producido de brea de carbón y gas petróleo. Tiene una elevada fuerza de tensión, sin embargo su resistencia al impacto es baja. Este polímero es muy resistente a químicos inorgánicos, incluso a la acción de ácidos fuertes, pero no lo es para muchos solventes orgánicos. Actualmente es soluble en hidrocarburos aromáticos y purificados. Este material es resistente al agua, posee una excelente estabilidad dimensional y propiedades eléctricas sobresalientes. También puede ser teñido para darle un mejor atractivo sin afectar su transparencia.

El poliestireno ablandado sobre un rango de temperatura considerable, es un material ideal para producir un moldeado por inyección, el cual es el proceso que sigue dentro de la empresa.

Además, este alto índice refractivo y de transparencia lo hace útil para la producción de artículos ornamentales. Este ha sido usado para adaptadores de luz, reflectores, novedades de todo tipo, juguetes.

Muchos de los poliestirenos producidos son moldeados por estrujado como láminas y pueden ser moldeadas para producir cajas de fantasía y para muchas aplicaciones de empaque. Los materiales de poliestireno pueden ser fabricados de manera fácil por muchos procesos, comunes para muchos termoplásticos, incluyendo el moldeo por inyección, estrujado y orientación y moldeo a compresión. El moldeo por estrujado y por inyección es muy importante en la manufactura de partes de poliestireno. El moldeo por compresión es usado raras veces para cosas de grandes partes con una sección de cruceta pesada, o para partes producidas en pequeños volúmenes.

Al referirnos del proceso utilizado en la fábrica de termoplásticos, se utiliza un moldeo por inyección, es decir, el material pasa por la máquina extrusora para convertir el material en largas láminas del grosor adecuado para el producto, o bien, especificado por el cliente, y luego se dirige a la máquina termoformadora que le facilita la obtención de la apariencia deseada por medio de aire y calor. Posteriormente, si así lo requiere, se trasladan los envases a la maquinaria para la impresión del producto.

Polipropileno:

El polipropileno, por otra parte, es un material estructural, considerado uno de los más atractivos por las ventajosas condiciones de competitividad económica, que caracterizan al polipropileno como miembro del grupo de los termoplásticos de gran consumo frente a los ingenieriles.

Su amplia gama de propiedades hace que el polipropileno, cuya fórmula química es C_3H_6 , sea adecuado para una gran variabilidad de aplicaciones en diferentes sectores, en este caso los envases termoplásticos, además de suponer una alternativa, mucho más económica.

El polipropileno, puede categorizarse ampliamente como homopolímero, o como copolímero. El homopolímero polipropileno tiene una dureza y una resistencia térmica superiores a las del polietileno de alta densidad, pero una resistencia al impacto inferior y se vuelve quebradizo por debajo de $\sim 0^\circ\text{C}$. Las aplicaciones para los homopolímeros, los cuales se utilizan en la empresa, se dan en envolturas de aparatos eléctricos, embalajes, estuches de cintas, fibras, monofilamentos. Además, como copolímero, posee otro monómero oleofino, generalmente etileno, para el impacto mejorado u otras propiedades, por lo tanto las calidades copoliméricas son preferidas para aplicaciones que exponen a condiciones de frío / invierno y tienden a ser más difíciles de fabricar.

En su estructura, al pasar del polietileno, al polipropileno, la sustitución de un grupo de metilo cada dos átomos de carbono de la cadena polimétrica principal, restringe la rotación de las otras cadenas, produciendo así un material más duro y menos flexible. Es blanco, semiopaco, elaborado en una amplia variedad de calidades y modificaciones.

Por pertenecer, como se dijo anteriormente al grupo de los termoplásticos, el polipropileno posee la capacidad de fundirse a una temperatura determinada, además posee un comportamiento visco elástico que proporciona ante los ensayos de tracción, compresión, flexión y torsión, resultados satisfactorios. Es un material desarrollado también, bajo el manejo de un excelente control de calidad, brindando así una plena seguridad de uso en sus diferentes aplicaciones. Es un polímero, además obtenido por la polimerización de propeno en presencia de catalizadores y en determinadas condiciones de presión y temperatura.

Dentro del gran sin número de propiedades que maneja este material, deben destacarse unas que en especial son de mucha importancia como son:

Propiedades físicas

- La densidad del polipropileno, esta comprendida entre 0.90 y 0.93 gr/cm³, la cual permite la fabricación de productos ligeros.
- Es un material más rígido que la mayoría de los termoplásticos.

- Posee una gran capacidad de recuperación elástica.
- Tiene una excelente compatibilidad con el medio.
- Es un material fácil de reciclar.
- Posee alta resistencia al impacto.

Propiedades mecánicas

- Tiene buena resistencia superficial.
- Tiene buena resistencia química a la humedad y al calor sin deformarse.
- Tiene buena dureza superficial y estabilidad dimensional.

Propiedades eléctricas

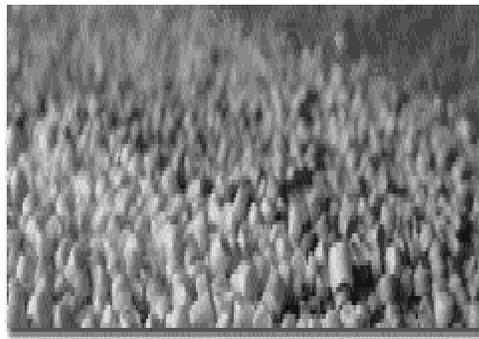
- Por presentar buena polaridad, su factor de pérdidas es bajo.
- Tiene muy buena rigidez dieléctrica.

Propiedades químicas

- Tiene naturaleza apolar, y por esto posee gran resistencia a agentes químicos.
- Presenta poca absorción de agua, por lo tanto no presenta mucha humedad.
- Tiene gran resistencia a soluciones de detergentes comerciales.
- El polipropileno, como los polietilenos, tiene una buena resistencia química pero una resistencia débil a los rayos UV (salvo estabilización o protección previa).

Así mismo, el polipropileno es el tercer plástico más importante desde el punto de vista de las ventas y es uno de los de más bajo costo puesto que pueden sinterizarse de materiales petroquímicos que a su vez son más económicos. Tiene además, un buen equilibrio de propiedades interesantes para producir muchos productos manufacturados, no se oxida, ni se deteriora, reduce la permeabilidad, tiene alta resistencia a los ambientes alcalinos y ácidos, posee buena tenacidad.

Figura 4. *Pellets* de Materia Prima



Fuente: www.antiquaria.com

1.4.1.2. Maquinaria

Para la fabricación de los productos termoplásticos esta empresa utiliza diversas maquinarias, entre ellas:

- La máquina extrusora
- La máquina termoformadora
- La máquina para impresión

Para comprender mejor el rol que ejerce cada una de ellas y un poco de su funcionamiento, seguidamente se proporciona una breve descripción de ellas:

La máquina extrusora

La extrusión es un proceso continuo, en que la resina es fundida por la acción de temperatura y fricción, es forzada a pasar por un dado que le proporciona una forma definida, y enfriada finalmente para evitar deformaciones permanentes. Este proceso es el más importante de la obtención de productos plásticos en volumen de producción y, presenta alta productividad. Su operación es de las más sencillas, ya que una vez establecidas las condiciones de operación la producción continúa sin problemas, siempre y cuando no exista un disturbio mayor. Cabe mencionar, que los productos obtenidos por extracción tienen una sección transversal constante en cualquier punto de su longitud (ya sea que se obtenga tubo o lámina, como en nuestro caso).

El costo de la maquinaria de extrusión es moderado, en comparación con otros procesos como inyección, soplado o calandreo, y con una buena flexibilidad para cambios de productos sin necesidad de hacer inversiones mayores.

La máquina extrusora contiene varias partes que son importantes mencionar para la comprensión de su funcionamiento y utilidad, por lo tanto, se procede al desglose de las piezas.

Tolva

La tolva es el depósito de materia prima en donde se colocan los *pellets* de material plástico para la alimentación continua del extrusor. Para ser completamente funcional la tolva debe tener dimensiones adecuadas; ya que los diseños mal planeados pueden provocar estancamientos de material y paros en la producción. La tolva consta de un sistema vibratorio el cual rompiendo los puentes de material formados permite la caída del material a la garganta de alimentación.

Barril O Cañón

Es un cilindro metálico que aloja al husillo y constituye el cuerpo principal de la máquina de extrusión. El barril posee una compatibilidad y resistencia con los termoplásticos, es decir, es de un metal con la dureza necesaria para reducir al mínimo cualquier desgaste. La dureza del cañón se consigue utilizando aceros de diferentes tipos y cuando es necesario se aplican métodos de endurecimiento superficial de las paredes internas del cañón, que son las que están expuestas a los efectos de la abrasión y la corrosión durante la operación del equipo.

El cañón cuenta con resistencias eléctricas que proporcionan una parte de la energía térmica que el material requiere para ser fundido. El sistema de resistencias va complementado con un sistema de enfriamiento por ventiladores de aire.

Todo el sistema de calentamiento es controlado desde un tablero, donde las temperaturas de proceso se establecen en función del tipo de material y del producto deseado.

Husillo

Es la parte que contiene la mayor tecnología dentro de una máquina de extrusión, por esto, es la pieza que en el alto grado determina el éxito de una operación de extrusión. Debe tomarse en cuenta que el husillo tiene dimensiones fundamentales que se relacionan con las propiedades de flujo de polímero fundido que se espera de la extrusora. Por lo tanto, es muy importante que se analicen las dimensiones de los filetes, es decir, su profundidad en la zona de alimentación y en la zona de descarga o dosificación, y la relación de compresión de los mismos; a la vez considerar la longitud, porque mejora el desempeño productivo de la máquina logrando un aumento en la capacidad de plastificación y intensificando la calidad de mezclado y homogeneización del material, y el diámetro del husillo ya que es la dimensión que influye directamente en la capacidad de producción de la máquina.

La máquina termoformadora

Se trata de una máquina automática de moldeo neumático, con accionamiento mecánico, con pistón superior y cadenas transportadoras con avance por tronzado. El accionamiento de la máquina se efectúa a través de un engranaje variador ajustable infinitamente.

Sin embargo, es muy importante conocer las partes principales de la máquina extrusora, por lo tanto entre las partes principales para el correcto funcionamiento de la misma se pueden mencionar:

El bastidor de la máquina, el cual está constituido por un cuerpo soldado de perfil de acero que sirve de soporte para los distintos elementos.

El porta-bobina se compone de un árbol con conos de alojamiento que garantiza la correcta introducción de la banda de material aunado con un dispositivo de ajuste lateral graduable.

El transporte de la lámina que se efectúa por medio de una cadena dentada de eslabones dobles cuyos dientes rectificadas en punta se introducen en la banda. Para evitar un calentamiento de la lámina en la zona de tronzado, ésta está cubierta por un listón enfriado por agua.

La calefacción está dispuesta delante de la estación de moldeo y su longitud corresponde aproximadamente a 4 veces el largo máximo de transporte de la lámina. El sistema de calefacción completo va provisto de un interruptor principal para evitar ajustar el conjunto calefactor cada vez que se pone en marcha. Un dispositivo de ajuste de altura, dispuesto en la caja del sistema de calefacción, permite asimismo graduar la intensidad del calor.

La unidad de moldeo se compone de un sistema de accionamiento consistente en un motor de engranaje ajustable infinitamente, en un puente superior fijo y en un puente inferior accionado por poleas para alojamiento de los moldes.

El cilindro del pistón superior controlado por una válvula a palanca de rodillo mandada directamente por el árbol de accionamiento.

El aire de moldeo cuya intensidad de presión se gradúa a través de un reductor de presión incorporado.

El sistema apilador se utiliza para el apilado de las piezas acabadas, unas dentro de las otras. Una vez concluidos los ciclos de moldeo y troquelado, las piezas son introducidas por aire comprimido en un canal de salida y de allí a la canaleta apiladora.

El dispositivo rebobinador del desperdicio es accionado sincronizadamente con el sistema transportador a través de un embrague de resbalamiento ajustable.

La máquina para impresión

La máquina para impresión es una máquina automatizada que permite la impresión láser de los envases termoplásticos que requieran impresión. Consta de un sistema de alimentación, en el cual la máquina automáticamente toma cada pieza de producto y lo coloca en posición para la impresión del envase.

Posterior a la impresión, la máquina coloca el producto en una banda transportadora para permitir que la tinta seque y evitar así su deterioro. Por último, la banda los acondiciona en pilas para que un operador los empaque debidamente.

1.4.1.3. Mano de obra

Tomando como punto de partida el área de producción, debido a la maquinaria semiautomatizada, no se requiere de mano de obra especializada para el área de operadores. Sin embargo, es muy importante que las personas posean experiencia en los trabajos de producción, sean responsables y una serie de particularidades que la empresa demanda. Sus jornadas de trabajo la tienen distribuidas en dos jornadas, la jornada diurna, que trabaja de 8 de la mañana a 8 de la noche, y la jornada nocturna, que cubre el periodo de 8 de la noche a 8 de la mañana, contemplando así las 12 horas permitidas de trabajo al día por la ley de trabajo de Guatemala.

Para el área de mantenimiento se dispone de personas que estén relacionados con las reparaciones mecánicas de la maquinaria, que conozcan su funcionamiento y tengan experiencia en el tema. Solamente, queda el área administrativa, el cual carece de especificaciones únicas, debido a que se solicita la capacidad que exigen todas las empresas en el país.

1.4.1.4. Infraestructura

Esta empresa cuenta con una planta, que como ya se dijo anteriormente se encuentra ubicada en la zona 12, en la cual se pueden encontrar instaladas tanto la planta de producción como las oficinas administrativas. Cuenta con dos vías de acceso, una es para las personas, ya sea clientes, cobradores, servicios, visitantes y personal, así como una especialmente diseñada para el ingreso de materia prima y el egreso del producto terminado en camiones.

Como se podrá observar más adelante en el diagrama de recorrido, la distribución de la planta es adecuada, ya que cuenta con el espacio suficiente para la adecuación de toda la maquinaria y las bodegas. Es una planta rectangular, de un solo piso, sin divisiones en el área de producción y con las condiciones adecuadas para el trabajo en planta. Al entrar al área de producción se puede observar que existe la señalización adecuada para la maquinaria y carecen de condiciones inseguras para el trabajador. Por el tipo de maquinaria que se utiliza en esta empresa es innecesaria la utilización de protección para el trabajador.

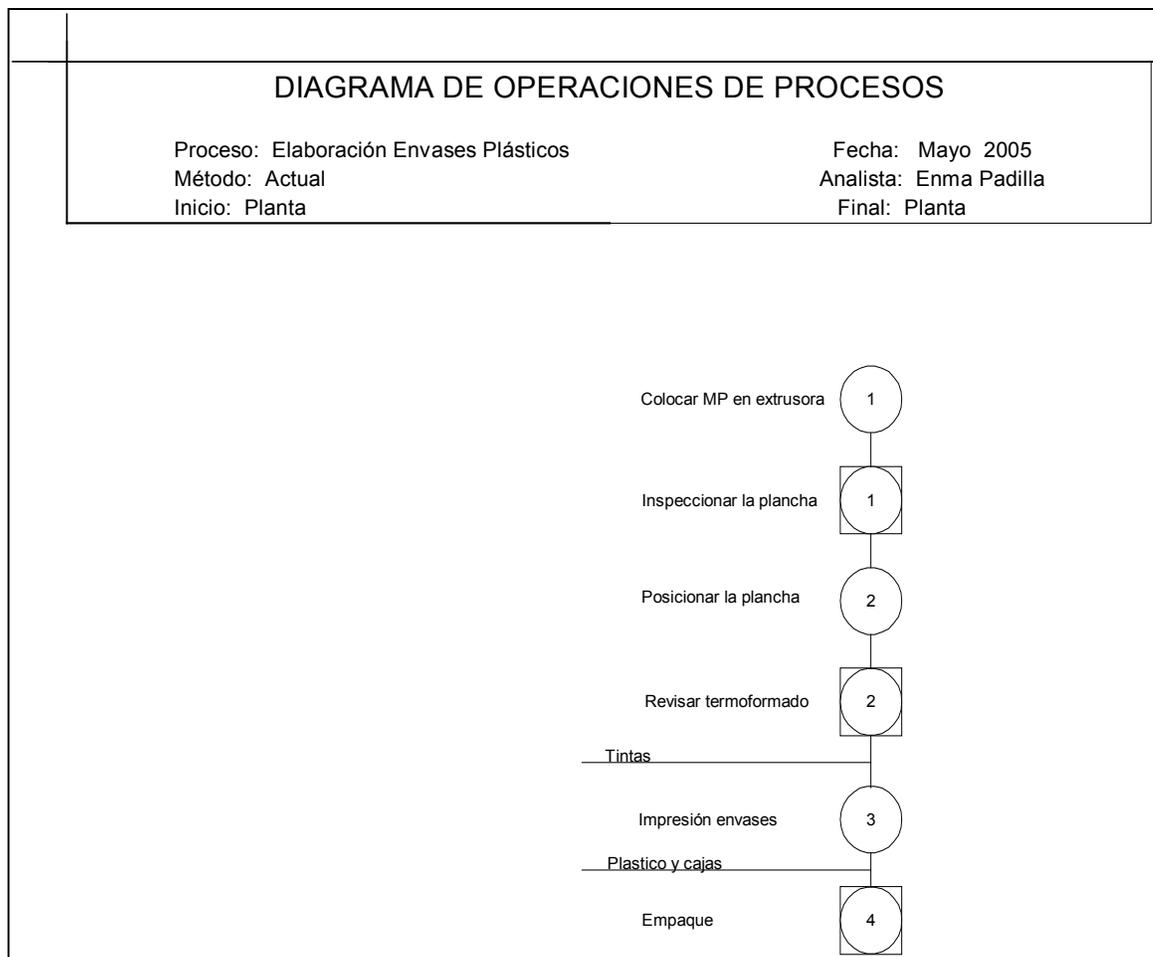
1.4.2. Diagramas de procesos

Mediante el diagrama del proceso y flujo del proceso se muestran cuales son las etapas para la elaboración de envases termoplásticos desde la descripción de los insumos hasta llegar a un producto terminado. Se utiliza la simbología convencional para representar dichos procesos.

1.4.2.1. Diagrama de operaciones de proceso

El diagrama de operaciones común que se utiliza para conocer todas las actividades por la que tiene que pasar la materia prima para ser convertida en un producto terminado, así como el momento de la incorporación de cada una de las materias primas. A continuación se presenta el diagrama que refleja las operaciones que se siguen para obtener los productos termoplásticos en la empresa, considerando solamente las operaciones.

Figura 5. Diagrama de operaciones de proceso

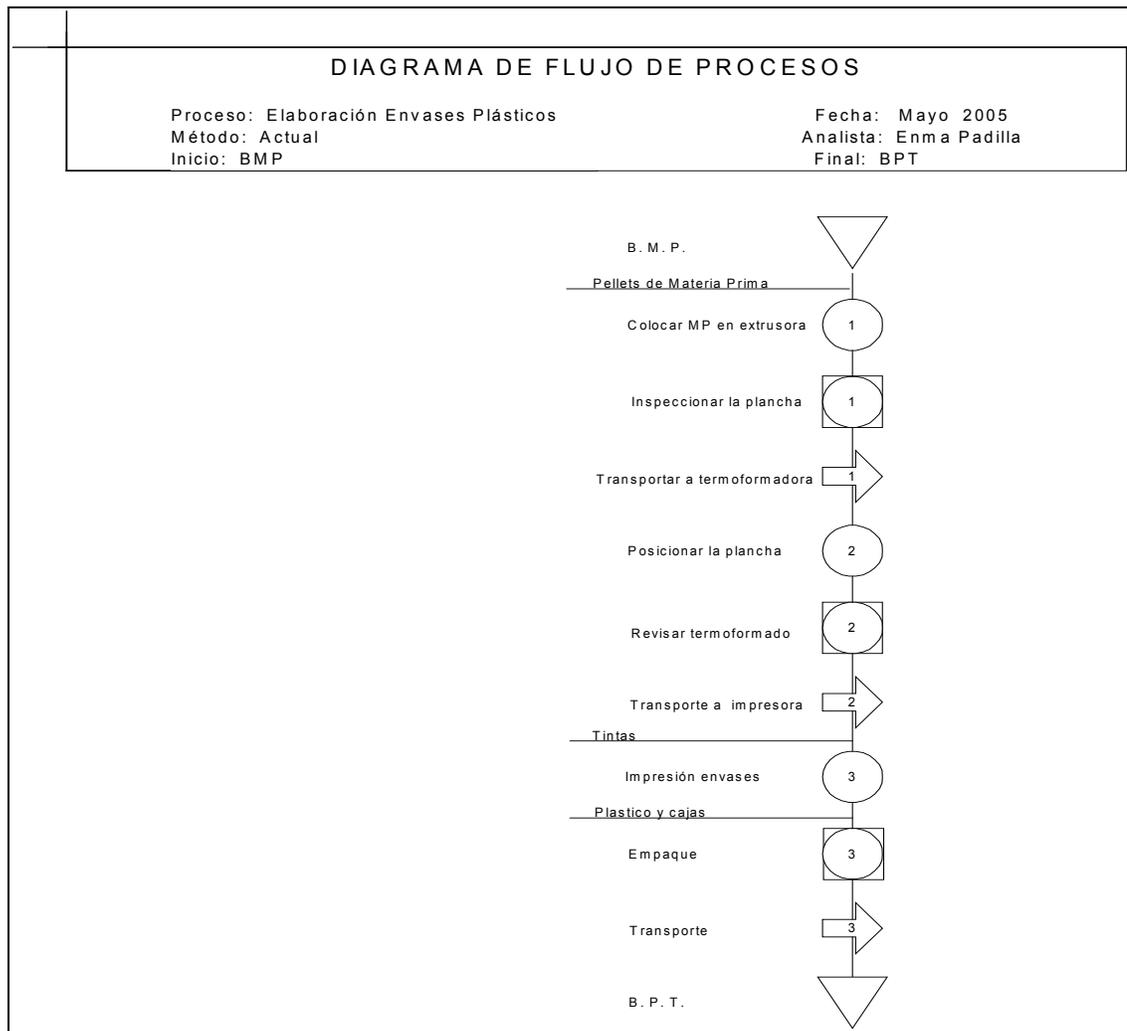


Fuente: Original

1.4.2.2. Diagrama de flujo de proceso

Este diagrama es muy importante, ya que además de las operaciones contiene el almacenamiento, los transportes y las demoras, los cuales nos ayudan a simplificar el proceso eliminando transportes innecesarios y demoras ya que representan un incremento en los costos de operación.

Figura 6. Diagrama de flujo de proceso

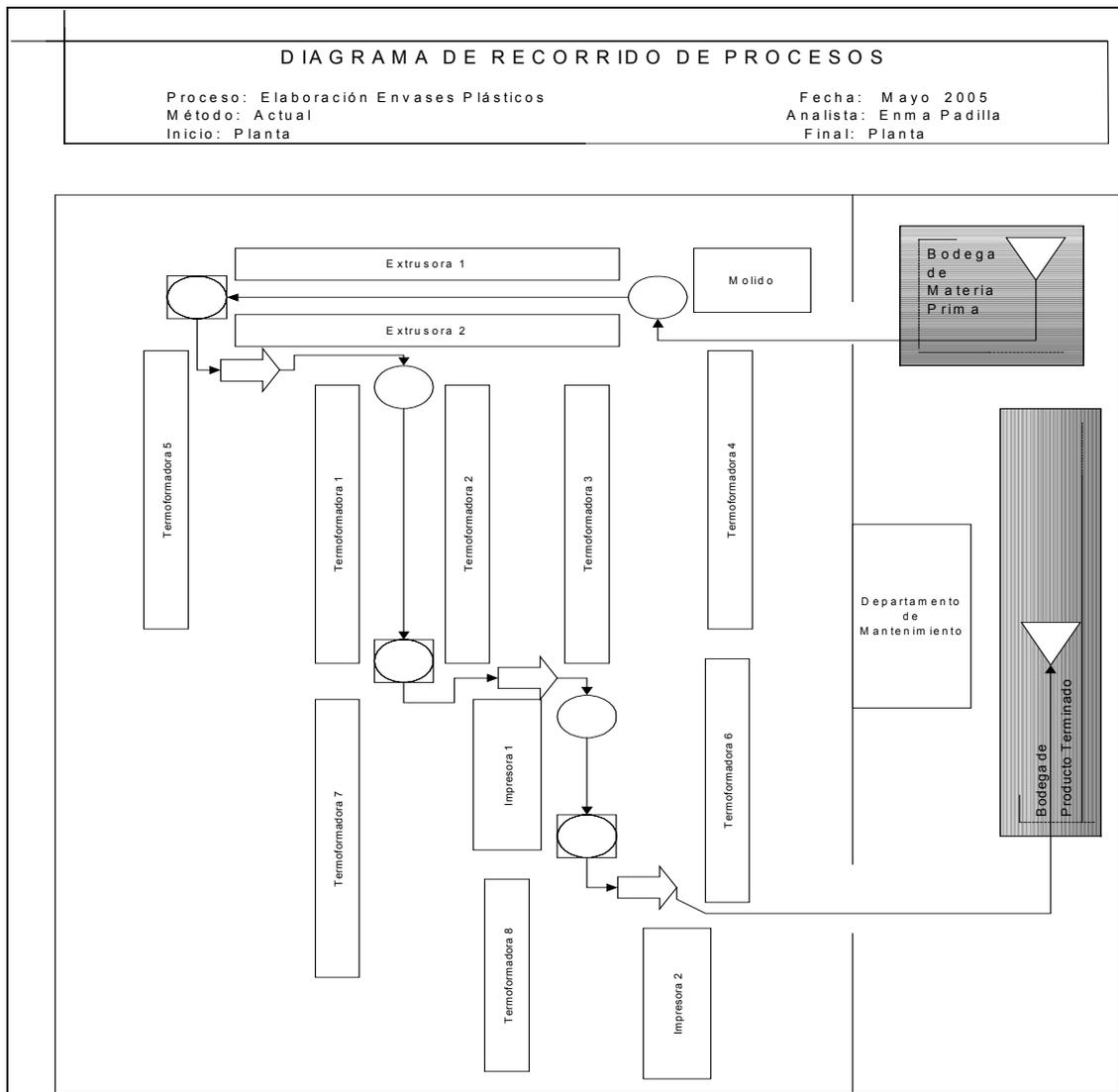


Fuente: Original

1.4.2.3. Diagrama de recorrido del proceso

Este diagrama refleja la distribución que tiene la maquinaria, así como la cantidad de maquinaria que tiene la empresa y sirve para la realización de las modificaciones de lugar de la misma para hacerlo más productivo y optimizar el espacio.

Figura 7. Diagrama de recorrido



Fuente: Original

Como se puede observar, la materia prima se dirige hacia la bodega de materia prima desde el momento en que ingresa a la empresa y de ahí es extraído hacia la máquina extrusora. Luego de obtener la plancha a través de la máquina extrusora, la lámina de materia prima se pasa a la termoformadora en la cual se ajusta la plancha y se colocan los moldes del recipiente deseado, máquina en la cual se obtiene el producto ya formado completamente.

Aquí el proceso puede detenerse y empacarse como producto terminado y enviarse a bodega o puede continuar el proceso enviando el producto termoformado a las máquinas impresoras que se encarga, como su nombre lo indica, de grabar en el envase un diseño previamente elaborado por el cliente. Por último, se empaca y se envía a la bodega de producto terminado para su posterior despacho al cliente.

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

Todo buen diseño de un sistema de gestión de calidad consta de tres partes fundamentales para su adecuado desarrollo y funcionalidad que debe caracterizar a toda gestión de calidad. Entre las partes del sistema de gestión de calidad se identifican la planificación, el control y el mejoramiento del sistema de gestión de calidad. Estos pasos son de vital importancia debido a que cada uno de ellos aportará una amplia variedad de aspectos que se deben de tomar en cuenta para lograr un sistema de gestión de calidad sobresaliente en su clase, y que además aporte los beneficios esperados para la empresa analizada.

2.1. Planificación de la Calidad

Para administrar adecuadamente un sistema de gestión de calidad en una fábrica, cualquiera que ésta sea, se debe asegurar la calidad desde la entrada de materia prima hasta la entrega del producto terminado, o bien, la calidad del servicio, por lo tanto, la calidad de los materiales se hace cada día más importante. Al tener un estricto control de calidad, los problemas funcionales causados por materiales defectuosos son evitados logrando así mantener a nuestros clientes actuales satisfechos, además se alcanzará la disminución de los reclamos a un porcentaje inferior.

Esto es de suma importancia, ya que al incrementar la calidad de los productos, se va a crear un prestigio reconocido de la empresa, logrando con ello ser una empresa competitiva y alcanzar niveles de ventas elevados. Por lo tanto, para que la materia prima pueda ingresar a la empresa a partir de este plan se exigirá que cada uno de los proveedores de materia prima cumpla con tres requisitos fundamentales, entre los que se encuentran:

- Cada proveedor debe asegurar la calidad del producto que está suministrando a la empresa mediante un estudio detallado de las propiedades del producto.
- A la hora de la entrega de materia prima a la empresa, el encargado de calidad debe controlar que venga sellado totalmente, lo cual asegura que el producto viene libre de contaminación.
- Además, durante el traslado de la materia prima, debido a la lejanía de los proveedores, se debe asegurar que el producto no sufra de condiciones climáticas adversas para la misma como la lluvia, lo cual genera humedad y complica la operación y el proceso del mismo desde la máquina extrusora.

2.1.1. Responsabilidad de la dirección

Como primer punto en el sistema de gestión de calidad se debe incluir a cada uno de los trabajadores de la empresa, principiando por los administradores de primer nivel, es decir, se debe incorporar a la gerencia para la dirección del sistema.

Esto se debe a que los principales beneficiados de elaborar un producto de calidad, sin cuantificar a los clientes, son los dueños y gerentes de la empresa, porque obtendrán mayores ganancias al satisfacer completamente las necesidades del cliente y, además, la oportunidad de expandir su mercado mediante la introducción de nuevos clientes a la cartera.

Por lo tanto, para que la empresa funcione adecuadamente desde el principio la propia gerencia se comprometió a asumir las siguientes responsabilidades:

- A través de su liderazgo la gerencia se asegurará que se establecen, implementan y mantienen los diferentes procesos del sistema de gestión de calidad con la ayuda de auditorías constantes realizadas mensualmente por los encargados de calidad y presentados a la gerencia.
- La gerencia velará porque se cumpla a cabalidad la política de calidad que se establecerá para el adecuado control de la calidad de los productos dentro de la empresa.
- La dirección creará un ambiente en el cual el personal se involucre completamente a la realización de productos de primera calidad que satisfacen al consumidor mediante la colaboración y la motivación de su personal tanto administrativo como operativo.

- La gerencia se encargará de que la empresa adopte enfoques hacia los requisitos del cliente en toda la organización, basados en los procesos productivos apropiados, y que a la vez considere la introducción de hechos para la toma de decisiones, en caso que se necesite cambiar el curso de los procesos, mediante el análisis exhaustivo de los datos y la información de la empresa.

Para poder realizar esta ardua tarea, se necesita una comunicación interna confiable y fluida, por lo tanto, dado el tamaño de la empresa la comunicación interna respecto de las gestiones diarias debe ser principalmente verbal, como se desarrolla actualmente dentro de la empresa. Entre los aspectos que tienen prioridad en la empresa es crear un sistema de información, el cual se tendrá que empezar a utilizar a partir de la gestión de calidad con la comunicación de la política y objetivos de la calidad, tanto verbal como documentalmente, y con ello lograr que los trabajadores se comprometan con el cumplimiento de los objetivos para lograr el fin organizacional.

2.1.2. Enfoque al cliente

Es necesario que la dirección se asegure que toda la organización se proponga realizar su trabajo con un enfoque especial a las necesidades del cliente debido a que las organizaciones dependen de sus clientes, y por lo tanto deberían comprender las necesidades actuales y futuras de los clientes, comprometerse a satisfacer los requisitos de los clientes a través del perfeccionamiento de su trabajo y así esforzarse en exceder las expectativas de los clientes.

Por supuesto, la gerencia puede lograr esto solamente asegurándose que en la empresa los encargados del contacto con el cliente, es decir los promotores de ventas, determinen exactamente cuales son los requisitos del cliente en el pedido y que producción cumpla con los mismos a fin de aumentar la satisfacción del cliente. Además se debe crear un procedimiento para la evaluación del grado de satisfacción del cliente, aunado con un sistema que procese la detección y tratamiento de las expectativas del consumidor final.

2.1.2.1. Estrategia

La estrategia que se tomó en cuenta es tan sencilla como lo es conocer a los clientes de la empresa adecuadamente, es decir describir cada una de sus necesidades y requerimientos especiales que los hacen preferir esta empresa como su proveedor de termoplásticos, por lo tanto se llevó a cabo el monitoreo de la realización de una encuesta que se elaboró a través de varios medios de comunicación, como la vía telefónica, vía correo electrónico o directamente a uno de los encargados de compras de las propias empresas con las cuales se trabaja, así mismo se tomo una pequeña cantidad de personas que se desarrollan en el área de termoplásticos para conocer su opinión al respecto como clientes potenciales. Dicha encuesta está compuesta de preguntas sencillas que esclarecen la opinión de los clientes y en la cual evalúan el producto que se les suministra.

Luego de reunir los datos obtenidos durante este monitoreo se procedió a realizar un análisis minucioso sobre las necesidades comunes que se encuentran y las expectativas que tienen los clientes sobre los productos que la empresa suministra. Estos datos, los cuales se resumen en el punto "Necesidades del cliente" se utilizarán para poder diseñar diversas estrategias que oriente a todo el personal de la empresa a conocer los requerimientos generales que se deben cumplir para obtener la satisfacción y preferencia de los clientes. Con estas tácticas se pretende que en la empresa introduzca en sus labores diarias una cultura encaminada a convertir el enfoque actual, un enfoque en el producto, a un enfoque hacia el cliente.

2.1.2.2. Necesidades del cliente

Al realizar este estudio se pudieron detallar y describir las necesidades actuales así como descubrir cuales son las necesidades que pueden suscitar en el futuro por parte de los compradores de productos termoplásticos. El conocimiento de estas necesidades permitirá que la empresa mejore las características técnicas de los productos para tener la posibilidad de proporcionar mayores ventajas a los clientes actuales y a la vez atraer a los clientes potenciales del segmento de mercado aún no ha sido abarcado por la empresa.

2.1.2.2.1. Necesidades actuales

Entre las necesidades actuales de los clientes que se pudieron obtener a través del monitoreo de las encuestas se encuentran:

- Contenedor de algún producto (ya sea líquido o sólido)
- Protección del contenido
- Resistencia al impacto
- Resistencia a la presión
- Tamaño adecuado al peso y volumen del contenido
- Mantener el contenido libre de contaminación, es decir, agua, polvo, suciedad, otros líquidos, etc.
- Presentación agradable
- Medidas adecuadas para la maquinaria de la empresa consumidora

Por medio de una comparación minuciosa de estas necesidades con las propiedades presentes de los productos termoplásticos que se ofrece al mercado se puede concluir que los requerimientos que los clientes demandan son satisfechos favorablemente debido a que el producto que la empresa ofrece cubre las necesidades actuales de los consumidores.

Sin embargo, no solo se necesita saber necesidades de los clientes en cuanto a las características del producto, sino también es necesario inquirir sobre sus necesidades acerca del servicio que se presta dentro de la empresa.

Por lo tanto, se estudió también acerca de las necesidades del cliente en cuando a la forma de servicio de atención que se requiere de parte de la empresa, quedando las necesidades así:

- Compromiso real por parte de la empresa, es decir, adquirir una responsabilidad ante cada uno de sus clientes para brindar un producto de calidad acorde con los tiempos estimados de entrega y despacho, mediante la verificación continua de los procesos productivos.
- Despacho de acuerdo a las necesidades del cliente que brinde la oportunidad de trabajar en tiempos reales y conforme a la urgencia del pedido.
- Envío del pedido con rapidez que cumpla con los requisitos y cuidados para el traslado del producto.
- Servicio de facturación eficiente.
- Calidad en el servicio al cliente, siendo de suma importancia la amabilidad y calidez del personal de ventas o encargados de pedidos.

Por lo tanto, las mejoras que se planeen realizar deben adecuarse a cubrir los puntos débiles que pueda tener la empresa en relación con los requerimientos descritos tanto en el proceso productivo en sí como en la atención al cliente. Es decir, con el conocimiento que brinda el percatarse de las necesidades del cliente da la oportunidad de realizar un estudio sobre la factibilidad del producto y servicio, a fin de mejorar los productos o servicios e implementar requerimientos no satisfechos hasta el momento.

2.1.2.2.2. Necesidades futuras

Sin embargo, el tiempo sigue evolucionando y con ellos los competidores se van haciendo más sólidos a través de la perfección de sus productos ofreciendo así una ventaja competitiva para atraer a una mayor cantidad de mercado potencial existente actualmente, por lo tanto no se debe ser la excepción en esta empresa y se debe empezar desde ya evaluando todas aquellas necesidades que podrían llegar a ser un punto a favor en el ofrecimiento de mejores productos que evolucionen en sus características así como el tiempo lo hace. Por lo tanto en la investigación de estas necesidades se descubrieron los siguientes requerimientos del cliente:

- Innovación continua de las propiedades de cada uno de los productos para hacerlos más rentables y resistentes.
- Creatividad en la presentación, es decir, poder ofrecer variedad de colores en el plástico.
- Mejorar el proceso de impresión de los logotipos en los envases.
- Ampliación de la gama de productos, es decir, nuevos diseños para facilitar el almacenamiento de productos.
- Adecuarse a los avances en materia de calidad y las certificaciones establecidas.

Estas necesidades futuras deberán redefinirse periódicamente, es decir, cada uno o dos años aproximadamente para evaluar los cambios que se han suscitado en el ambiente industrial al cual pertenece la organización, así como descubrir los cambios en los diversos aspectos que puedan afectar la rentabilidad de la empresa. La correcta deducción de los cambios en las necesidades permitirá el desarrollo de un mejor producto y servicio al cliente a través del continuo establecimiento de estrategias para satisfacer al cliente.

Al poner en práctica la máxima del enfoque al cliente, la cual va a ser el fin principal de la gestión de calidad dentro de la empresa, se logrará crear una preferencia de parte de los clientes que habilitará la oportunidad de ofrecerle cada vez un producto que llene sus expectativas y necesidades apremiantes, y a la vez cree una ventaja competitiva superando las mismas; por lo cual se debe mantener actualizada la investigación y al mismo tiempo comparar el desenvolvimiento de las necesidades.

2.1.3. Política de calidad

La creación de una política de calidad reflejará el compromiso de la gerencia para ofrecer al mercado productos de primera calidad mediante la implementación de un sistema de gestión de calidad basado en los procesos y su respectiva mejora continua. Además este documento señala los objetivos de calidad, los cuales se difunden a todo el personal comprometido con la calidad de los productos.

POLÍTICA DE CALIDAD

La empresa es una organización dedicada a la elaboración de productos y recipientes plásticos que buscan satisfacer al mercado industrial dedicado a empacar y proteger diversos productos de la contaminación del medio ambiente y, así mantener y preservar sus propiedades físicas y químicas en sus condiciones óptimas hasta la utilización de estos productos por el consumidor final o bien la expiración de su vida útil.

La empresa con esta gestión de calidad empezará a adoptar un enfoque al cliente muy estricto a través del continuo acercamiento al cliente para conocer sus nuevas expectativas, ya que se considera un elemento primordial para la elaboración de la gama de productos ofertados al mercado, por lo tanto frecuentemente se deben realizar actualizaciones de las necesidades y requerimientos del cliente con el fin de que cada uno de los mismos se sienta satisfecho de los productos y pretendiendo superar sus perspectivas para crear una ventaja competitiva que impida la pérdida de clientes reales y potenciales.

Por lo tanto, cada uno de las personas que ingrese o esté dentro del proceso de forma directa o indirecta debe comprometerse a llevar a cabo la misión del sistema de calidad a través de las siguientes normativas:

REFERENTE A LOS OPERADORES

- Cada operador deberá asegurarse de limpiar el área de trabajo que le corresponde cada mañana o cada vez que se dé inicio a las operaciones y mantenerla aseada.
- El operador será responsable de utilizar el equipo adecuado de protección durante la operación de los diferentes procesos productivos.
- Cada operador manejará los insumos adecuadamente para poder ubicar toda la materia prima requerida en proceso de una manera adecuada.
- El operador debe cumplir con el horario de trabajo establecido para la jornada a la cual pertenece, dentro del cual colaborará con la elaboración de productos de calidad de acuerdo a las normas establecidas.
- El operador seguirá las instrucciones del ingeniero de planta para elaborar cualquier producto, es decir propiedades técnicas de los productos y las especificaciones requeridas por los clientes.
- Dentro de la empresa se manejará un enfoque hacia el cliente para lo cual será necesario que los operadores trabajen en equipo para poder subsanar todas las dificultades que puedan surgir dentro del proceso.

REFERENTE A LA MAQUINARIA

- Antes de empezar a elaborar el producto, cada operador responsable de una máquina deberá revisarla completamente para asegurar que se encuentre en perfectas condiciones para empezar la producción.
- Además todo operador deberá calibrar la máquina de acuerdo al producto que se vaya a elaborar cada vez que la producción en línea empezará a funcionar.
- El ingeniero de planta es responsable del mantenimiento, tanto preventivo como correctivo, de toda la maquinaria, es decir, estará a cargo de su servicio para tener las máquinas en óptimo funcionamiento para su utilización.
- Cuando se encuentre un desperfecto en la maquinaria el operario deberá informar inmediatamente al ingeniero de planta y colocar el proceso productivo en otra máquina para proseguir el ritmo de producción y así evitar atrasos o cuello de botella en la línea de producción.
- El operador tiene que tener un máximo cuidado con la máquina que tiene a su cargo a través del mantenimiento técnico, así como protegerla de la suciedad y el polvo en lo posible, asimismo guardar de utilizar el equipo de seguridad industrial proporcionado y recomendado por la empresa.

RESPECTO A LOS PROCESOS

- El proceso deberá ser realizado de acuerdo a los estándares de calidad especificados por la gerencia y dados a conocer a los operadores por medio de los encargados de calidad e ingenieros a cargo del proceso.
- Antes de empezar con la producción del día se debe aclarar las metas para la semana, o bien, el tiempo de producción para poder completar el pedido que se está realizando y de esa forma estar en la capacidad de despachar la demanda de acuerdo a los tiempos estipulados a los clientes.
- El proceso debe seguir una línea de producción en la cual se trabaje al mismo ritmo de producción para evitar cuellos de botella que atrase la producción.
- Si en dado caso se observa un problema como el cuello de botella o los atrasos de producción se debe hacer un estudio de la razón por la cual se produjo y corroborar que no se vuelva a dar a través de la implementación de medidas correctivas.
- El readecuamiento del personal en las áreas de trabajo será necesario si se observa una ineficiencia en la línea de producción porque el trabajador es incapaz de seguir el ritmo de producción adecuado.

- Cada uno de los empleados debe cumplir conscientemente con el manual del empleado que está documentado en la empresa para así poder conocer su forma de funcionamiento y tener claro el proceso del cual se encargará durante la producción.
- Todo proceso que se empiece a realizar debe ser terminado completamente, si este presenta las condiciones favorables de acuerdo con las especificaciones de calidad requeridas para el proceso.

REFERENTE A LA CALIDAD

- Se considerará que el producto tiene la calidad requerida o deseada por la empresa cuando en sus especificaciones se pueda comprobar que el producto se encuentra bajo control estadísticamente.
- Para evitar el desperdicio de materia prima, la materia prima excedente de las planchas que se procesan serán reciclados y mezclados con materia prima pura para su posterior uso en la elaboración de nuevos productos.
- En cada una de las máquinas se debe tener un control de calidad estricto a fin de corroborar que el producto está cumpliendo con las especificaciones requeridas al inicio de las operaciones, esto se podrá hacer a través de la toma de mediciones continuas en cada uno de los productos.

- Otra de las formas en las cuales se comprobará la calidad es a través de atributos, lo cual se debe a las características del producto en sí, pues cada producto debe poseer una superficie lisa, sin arrugas ni venas.
- Uno de los principales procesos y en el cual se pondrá en práctica, en cuanto a aspectos cualitativos, es la elaboración de recipientes plásticos cuyo diseño incluye tapadera plástica para almacenar productos debido a que el cierre tiene que ser hermético para no permitir el ingreso de contaminación y así prolongar la vida del contenido.
- Si se llega a determinar que un producto X no cumple con las especificaciones requeridas, es decir, está fuera de los rangos para el control estadístico implementado dentro de la empresa, automáticamente se detendrá el proceso de producción en línea y con ello tendrá la oportunidad de evaluar los puntos críticos del proceso para encontrar el error y tomar una acción correctiva al proceso.
- Cada punto fuera de control deberá ser evaluado y justificado para poder encontrar la causa origen del problema y con ello emplear soluciones correctivas que disminuyan hasta cero los problemas en producción.

- Todas las acciones correctivas y preventivas deberán ser bien documentadas para tener una guía de soluciones que se fortalezca con el tiempo y luego poder identificar los problemas y tener la seguridad que una acción específica solucionará el inconveniente presentado.
- Así mismo, la presentación escrita de este documento permitirá realizar un análisis periódico sobre la ocurrencia de los problemas y se estimará mediante cálculos la procedencia del problema mismo para observar la frecuencia de los eventos y su seguimiento.
- La motivación hacia el cumplimiento de metas dentro de la empresa deberá ser imprescindible procurando cada semana establecer nuevas metas en las cuales el personal se comprometa aún más con la calidad de los productos y el reconocimiento de la empresa en el ámbito industrial de su ramo.
- Se debe evaluar el desempeño del equipo de calidad mediante la revisión continua de sus funciones y la determinación de las necesidades de la empresa, todo esto con la intención de asegurarse que el personal conceptúe que sus gestiones son de vital importancia y se están desarrollando conforme a lo establecido.

2.1.3.1. Objetivos de la calidad

- Objetivo General
 - Elevar la competitividad de cada uno de los productos de la empresa a través de la implementación de un sistema de gestión de calidad basado en un enfoque hacia el cliente mediante el cual se apoye la producción de alta calidad al menor costo utilizando óptimamente todos los recursos propios de la compañía.

- Objetivos Específicos
 - Poner en práctica la política de calidad creada con el fin de elevar el nivel de calidad de los recipientes plásticos desechables.
 - Tener un decremento en la elaboración de productos defectuosos en un 5% y con ellos poder elevar la calidad de un 90% a un 95% de aceptación.
 - Reducir costos de oportunidad por pérdidas de participación en el mercado mediante la entrega de productos con mejor calidad y de acuerdo a las especificaciones del cliente.

- Identificar y eliminar las causas especiales de variación a través del control estadístico y su observación para lograr un proceso estable en el cual se pueda conservar la estabilidad del proceso.
- Crear y operar sistemas de trabajo que oriente los esfuerzos del personal a la mejora continua mediante su capacitación continua, con el fin de desarrollar sus habilidades y promover el trabajo en equipo para poder inducir a la toma de decisiones en el área de trabajo orientados al servicio del cliente interno y externo.

2.1.3.2. Alcance de la política de calidad

Con esta política se pretende abarcar solamente a la planta de producción en sí, debido a que ésta es el ente responsable de la administración de la producción a través de la optimización de los recursos, tanto humanos como materiales, observando que la manufactura de los productos se realice conforme a lo establecido en los objetivos de calidad y las metas de producción, así como planear, dirigir y controlar el buen funcionamiento del área técnica como: servicio, mantenimiento de instalaciones y desarrollo de nuevos proyectos de la planta, incorporar nuevas tecnologías o modos de trabajo, además de coordinar las actividades que el gerente de planta tiene bajo su responsabilidad, es decir el mantenimiento y la bodega.

2.1.3.3. Establecimiento de la política

Para poder cumplir con el fin de que la empresa tenga un reconocimiento por la elaboración de productos de calidad, la misma debe comprometerse a establecer los procesos necesarios para satisfacer y superar las expectativas de nuestros clientes mediante la detección continua de sus necesidades, orientándonos al logro de nuestros objetivos de calidad, por lo cual se implementó la política de calidad dándola a conocer a todo el personal y haciendo que cada uno de ellos se comprometiera a contribuir con la realización del objetivo de la empresa.

Mantener la integridad del sistema de calidad es una misión para cada una de las personas que se encargan del sistema, consecuentemente se debe estar conscientes de los cambios importantes que se planifiquen e implementen, así mismo, se deberá cumplir con la documentación detallada de las ventajas y desventajas, en forma de análisis, que valide la acción asumida por los responsables ante la gerencia de la empresa, tomando en cuenta su opinión, sus requerimientos y la aprobación o desaprobación de la misma.

Como lo hemos mencionado anteriormente, el fin primordial de este sistema de gestión de calidad es posicionar a la empresa como una de las organizaciones más competitivas en su ramo por la calidad de sus productos termoplásticos, con la capacidad de superar los requisitos de los clientes y asegurar una mejora continua en los resultados.

Con este propósito, los administradores, en conjunto, tienen la obligación de revisarla por lo menos una vez al año la política de calidad y modificarla adecuadamente manteniéndola actualizada conforme la evolución del mercado actual y potencial. Así mismo, los objetivos deberán revisarse semestralmente para poder evaluar su desarrollo e implementar las actualizaciones necesarias para el poder cumplir con la misión y visión de la empresa y con ello estar constantemente mejorando la calidad.

Por consiguiente, con cada una de las revisiones anuales de la política de calidad, la cual se hará a finales de año, deberá responder a la capacidad de demostrar:

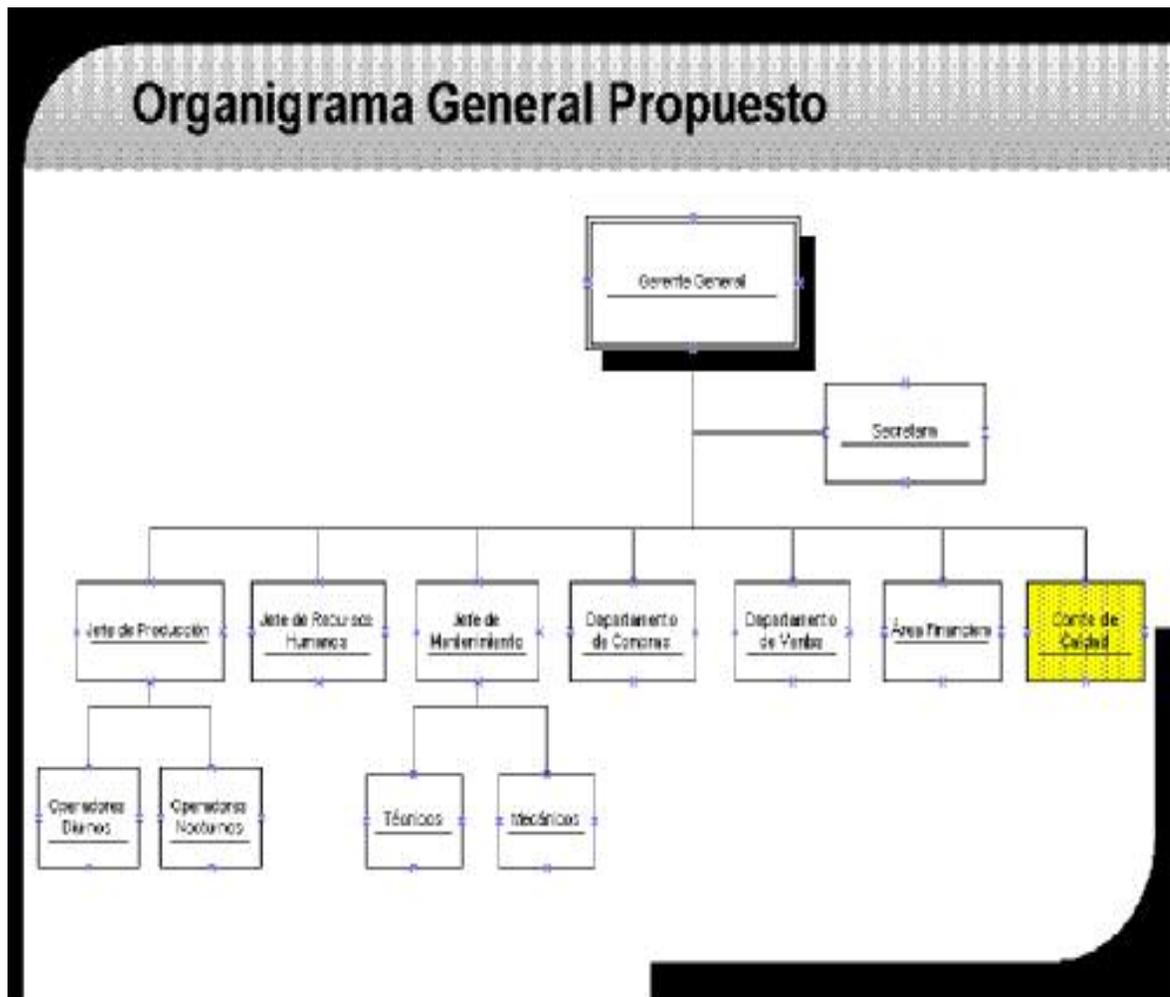
- a) Que es apropiada a los propósitos de la organización;
- b) Incluye el compromiso para cumplir los requisitos y mejorar continuamente la eficiencia del sistema de gestión de la calidad;
- c) Proporciona un marco para el establecimiento y la revisión de los objetivos de calidad.

2.1.4. Estructura de la administración de calidad

Para poder administrar correctamente el sistema de gestión de calidad se requiere de personas relacionadas con el tema de la calidad y así mismo que estén dispuestos a lograr los objetivos que tiene la empresa comprometiéndose desde un principio, que además estén acostumbrados a trabajar en equipo y manejar personal, ya que tendrán la responsabilidad de laborar en conjunto con el personal que ya está establecido en la empresa.

Por consiguiente, se debe tomar en cuenta de que es necesario crear un cargo en el que la persona se dedique completamente a inspeccionar la calidad de los productos elaborados, y esté encargado del desarrollo, implantación y mantenimiento del sistema de gestión de la calidad. Por lo cual, a partir de la implementación de este sistema de gestión de calidad la organización de la empresa se representará con el siguiente organigrama general:

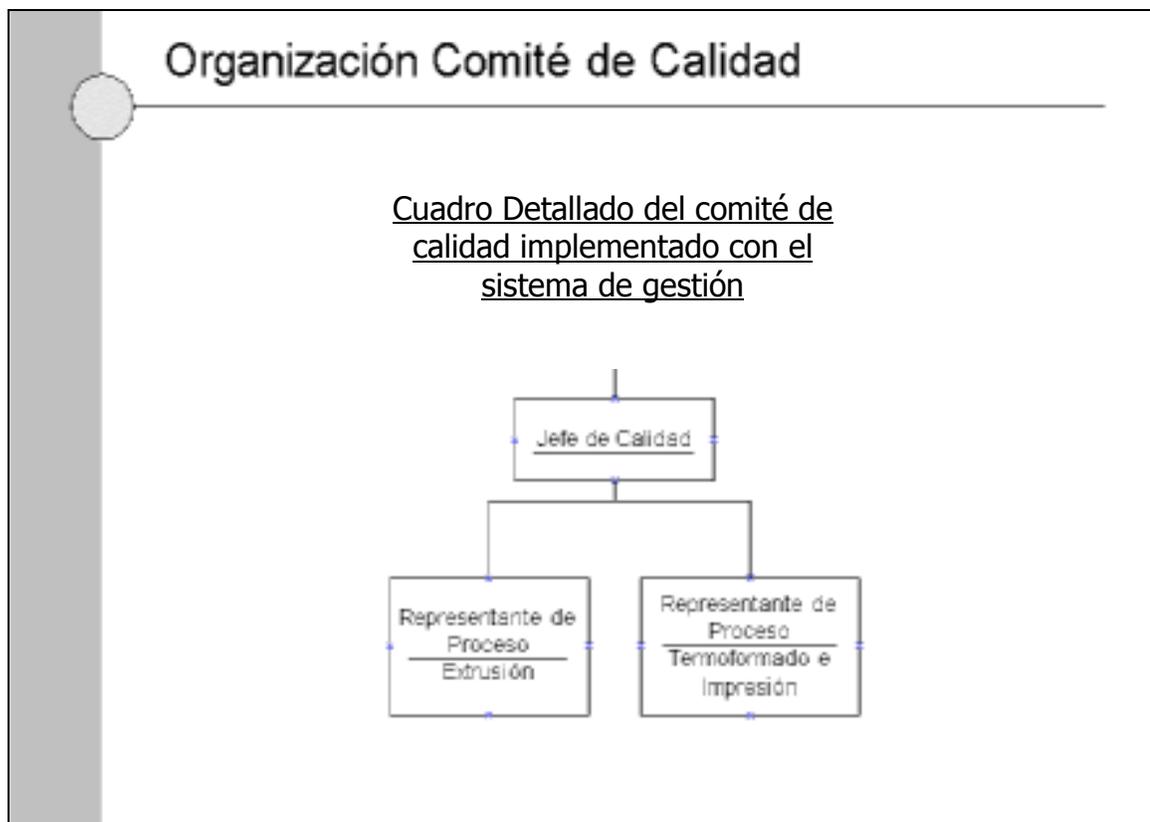
Figura 8. Organigrama general propuesto



Fuente: Original

El comité de calidad se integrará por un jefe de calidad y representantes del proceso. Dentro de este comité se utilizaron líneas de mando bien definidas que facilitan el control de la autoridad y ayuda a la comunicación interna y a la toma de decisiones. Así mismo, este comité trabaja en conjunto con la gerencia general buscando alcanzar los objetivos de calidad expuestos para lograr cumplir con los objetivos organizacionales. Por lo tanto, a continuación, se presenta la forma en que se estructurará el comité de calidad internamente:

Figura 9: Organización del comité de calidad



Fuente: Original

El jefe de calidad es la interfase entre el comité de calidad y los altos mandos de la empresa, es decir, el gerente y los socios y funcionarios de la organización, por lo que sus principales responsabilidades son: Definir, difundir y revisar la política de calidad, los objetivos y metas continuamente, revisar la planeación de calidad anualmente asegurando el cumplimiento de metas, comprobar la viabilidad de las estrategias y aprobarlas, analizar resultados y proponer acciones correctivas, preventivas o planes de mejora, además debe evaluar los criterios de aceptación y/o producto no conforme cuando proceda y asegurar la aplicación de la documentación de los procesos productivos.

Así mismo, tiene las siguientes responsabilidades:

- Ser el administrador de la organización operativa, con autoridad para planear, ejecutar, medir y mejorar cada una de las actividades que se llevan a cabo en el proceso productivo.
- Es el encargado de establecer las metas que considere pertinentes en cada una de las funciones y niveles de la organización con base a los objetivos de calidad.
- Dar a conocer al personal de la política de calidad y hacerla cumplir.
- Planificar el proceso bajo su responsabilidad.
- Establecer los indicadores de desempeño válidos para el proceso

- Aprobar las mediciones y controles del proceso.
- Analizar los datos estadísticos recolectados para detectar las causas potenciales de no conformidad con los requisitos.
- Analizar el proceso para identificar áreas potencias de mejora y seleccionar las más convenientes.
- Mejorar el proceso continuamente con vista a los objetivos establecidos implantando acciones correctivas o preventivas sin olvidar tener debidamente documentado el proceso y las acciones que se realicen.

Por último, las funciones de los representantes del proceso quedan definidas de la siguiente manera:

- Apoyar a los jefes de calidad responsables de elaborar reportes y dar seguimiento al cumplimiento de las estrategias.
- Integrar los reportes de producto no conforme.
- Apoyar en la definición de los requisitos específicos del cliente.
- Recolectar y analizar los datos de comportamiento del proceso y de los productos.
- Apoyar en la formulación de planes de mejora y su posterior seguimiento.

- Preparar informes sobre la eficacia del proceso, de los productos y del sistema de gestión de calidad en general.

Por ser una pequeña empresa se comprende que sea innecesario la introducción de personal, por lo que, se capacito a dos de los operarios encargados de la revisión que se hacía antes del empaque luego de la extrusión y de la impresión, poniéndolos como representantes de procesos, uno dedicado al proceso de extrusión en sí y otro para el área de termoformado e impresión, para que se encarguen de la recolección de datos y su consecuente análisis.

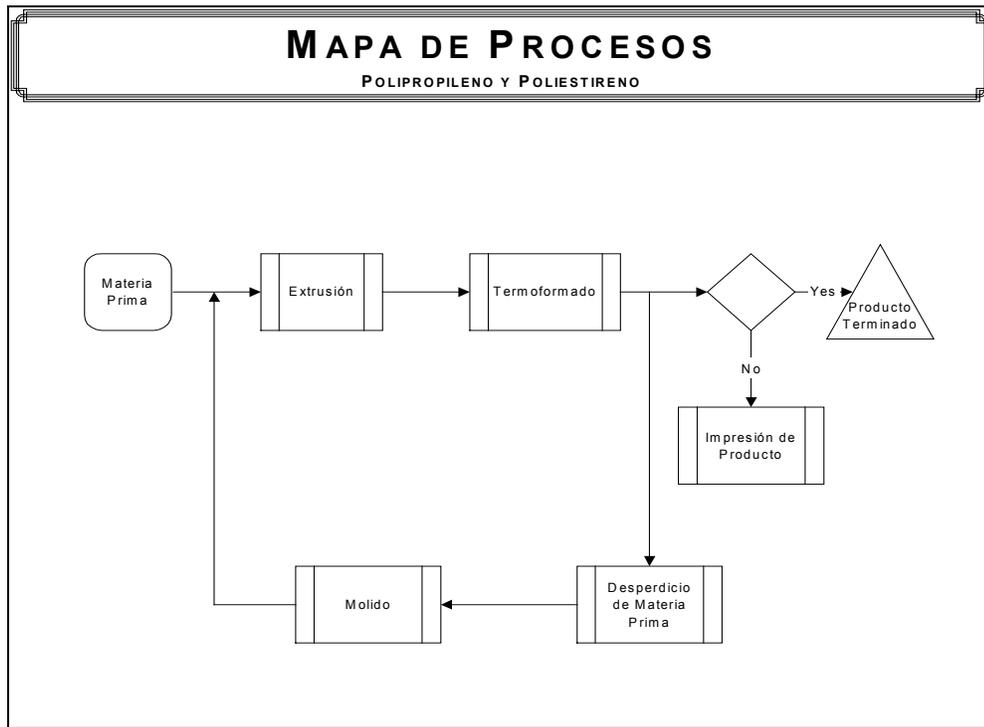
2.1.5. Análisis de los procesos

Este análisis de los procesos se realiza con el fin de estudiar y justificar cada una de las actividades que se realizan para la elaboración de los productos termoplásticos. Por lo tanto a continuación se realiza un diagrama de los procesos en el cual se puede observar la forma en que se desenvuelven las actividades y con ellas comprender el recorrido que la materia prima debe recorrer para convertirse en un producto terminado, y posteriormente se describen cada uno de los procesos que se llevan a cabo dentro de la empresa.

2.1.5.1. Mapa de procesos

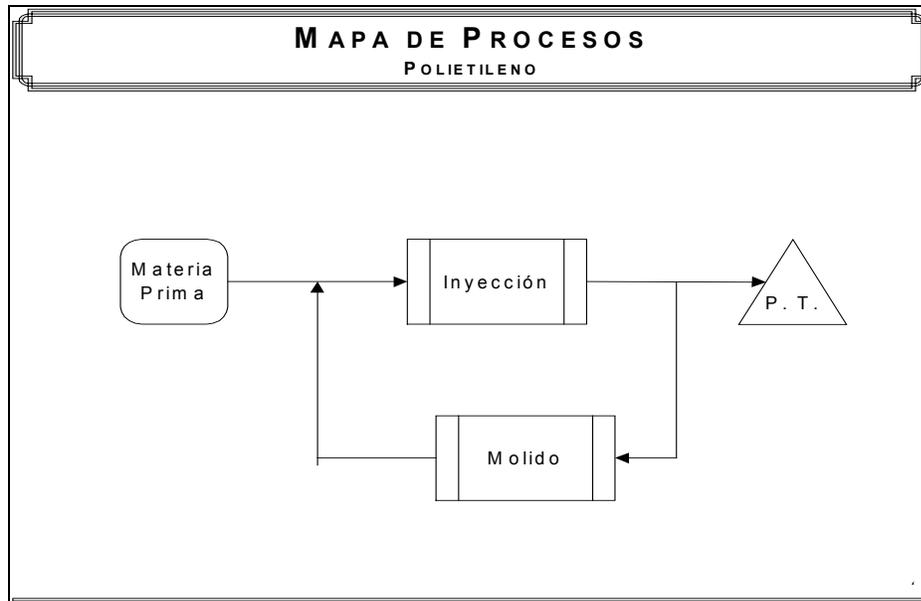
Un mapa de procesos servirá para tener una comprensión clara y sencilla de todos los procesos que se llevan a cabo para realizar un producto determinado. En este caso hay dos mapas distintos, debido a que dependiendo del producto se utilizan diferente materia prima, debido a las características propias de cada una, por lo tanto se clasifican en el proceso para el polipropileno y poliestireno que son más resistentes y el mapa de procesos para el polietileno que es más delicado para trabajar y necesita un proceso especial.

Figura 10. Mapa de procesos del polietileno y poliestireno



Fuente: Original

Figura 11. Mapa de procesos del polietileno



Fuente: Original

2.1.5.2. Descripción de los procesos

2.1.5.2.1. Extrusión

El proceso de extrusión es aquel procedimiento mediante el cual se hace pasar la materia prima a través de un dado o perfil circular, para lograr que el material obtenga la forma de ese dado o perfil. Esto se efectúa con la presencia de la aplicación de calor y presión sobre la resina en forma continuada.

Esta máquina es alimentada con la materia prima en forma de *pellets*, ya sea polietileno, polipropileno o poliestireno según el recipiente que se desee producir, por medio de una tolva a la zona de alimentación de un tornillo sin fin, que se encuentra dentro de un cilindro. Dicho tornillo sin fin, es el encargado de transportar la resina mientras es calentada y derretida, mezclada uniformemente y comprimida por una serie de cambio en el perfil del tornillo.

A lo largo de este trayecto, la materia prima debe ser transformada en un fluido homogéneo. Por último, el fluido pasa a través de filtros que sirven para atrapar elementos extraños en el material e intensificar la presión en el barril de extrusión.

El calor que derrite a la resina es suplido a través de dos medios, uno del cual puede ser desde el exterior del barril, o bien, por fuerzas de fricción y compresión producidas por la rotación del tornillo extrusor. El calor generado por fricción del material es mayor que el suplido externamente por las resistencias que se encuentran alrededor del barril extrusor. Este tornillo de extrusión debe tener un paso constante y una profundidad de canal decreciente. Consta de tres zonas:

- Zona de alimentación: se trata de aquella zona cuya función es transportar la resina sólida de material a las zonas más calientes.
- Zona de compresión: en donde se comprime y mezcla el material.

- Zona de dosificación: es aquella zona por donde se produce la salida uniforme y constante del material a través del dado de extrusión.

2.1.5.2.2. Bobinas

Después de que la maquina extrusora ha formado la lámina de plástico, con las especificaciones y requerimientos de los clientes, y está sale por el dado extrusor, se coloca una bobina que se utiliza para enrollar la lámina del material mediante el accionamiento sincronizado con el sistema transportador a través de un embrague de resbalamiento ajustable. Las bobinas forman los rollos de insumo que se va a colocar en la máquina para ser termoformado automáticamente.

2.1.5.2.3. Termoformado

El termoformado es un proceso de gran rendimiento para la realización de productos de plástico a partir de láminas semielaboradas. Con la disponibilidad de las planchas de materiales termoplásticos que se elaboraron en la máquina extrusora, se construye moldes hembra de aluminio de los recipientes que se quieran producir, luego se coloca sobre ellos una plancha termoplástica semielaborada y se fija de modo que el hueco entre molde y pieza sea estanco.

Posteriormente, la plancha se calienta hasta su temperatura de reblandecimiento y se hace vacío en dicho hueco de modo que el material se estire y se adapte a la superficie del molde. Cuando la pieza finalmente se encuentra fría, se extrae, se recorta el material en exceso y se obtiene la pieza acabada. En este caso en lugar de aplicar vacío entre el molde y la lámina se aplica presión sobre la plancha para formar la pieza deseada.

Como se está manejando este proceso en una empresa dedicada a la elaboración de piezas de tamaño pequeño para la industria alimenticia, la máquina desarrolla el moldeo secuencial con moldes de cavidades múltiples y sistemas automatizados de alimentación y transporte de la lámina, además del troquelado y apilado de piezas.

Esto quiere decir que después de obtener la forma esperada, la misma maquina corta las piezas y las apila para su empaque, asimismo la máquina cuenta con un sistema que rebobina la lámina cortada que es clasificada como material de desperdicio, ya que no pueden adquirir más piezas de él.

La velocidad del moldeo depende fundamentalmente del ciclo térmico. Cada tipo de material y cada grado de embutisaje hacen que se deba trabajar en una zona alta o baja de la ventana térmica de cada polímero. Optimizar el intercambio térmico supone reducir el ciclo total de tiempo que se precisa utilizar.

2.1.5.2.4. Impresión

Este proceso es muy simple y optativo para cada uno de los clientes de la empresa, debido a que este servicio se presta únicamente a aquellos clientes que lo solicitan a través de la especificación de algún diseño especial para el recipiente. Cuando se alcanza esta parte del proceso de la elaboración de los envases termoplásticos, las piezas apiladas que la termoformadora ha formado se colocan manualmente en el sistema de alimentación de la máquina impresora, la cual mediante una banda transportadora empieza automáticamente a posicionar las piezas justo delante de la impresora que se encarga de estampar la imagen del diseño especificado por el cliente.

Posteriormente, la misma banda transportadora traslada el recipiente impreso hasta el final de la misma, la cual posee un trayecto de unos cuantos segundos, tiempo en el cual se deja que la impresión seque y, por lo tanto, se evita que el diseño sufra ningún percance hasta que los recipientes se apilan para su empaque.

2.1.5.2.5. Empaque

La última actividad que se realiza en el proceso que persigue la elaboración de los recipientes termoplásticos es la del empaque. Así mismo, esta actividad es la única operación que se ejecuta manualmente dentro de todo el proceso, ya que las máquinas realizan todo el trabajo hasta que se alcanza el apilamiento de los productos, posteriormente a los trabajadores les corresponde acumular el número de piezas establecidos anteriormente y prepararlos para su empaque tanto en bolsas como en cajas para su posterior almacenamiento, distribución y despacho.

2.1.6. Determinación de los parámetros para evaluar la calidad

2.1.6.1. Especificaciones

Una de las ventajas que poseen los productos termoplásticos que se realizan en la empresa es que se puede variar en las características de cada uno de ellos dependiendo del uso final que se le va a dar al producto y de los criterios requeridos por cada uno de los clientes. Por lo tanto, se estima necesario crear una hoja de especificaciones del pedido, en donde los clientes puedan detallar el producto que quieren describiendo sus intereses y el uso principal que tendrá el envase. Dicha hoja de especificaciones se presenta más adelante bajo el epígrafe "Creación de documentos internos para el control".

La hoja de especificaciones que se detallará más adelante favorecerá a la empresa debido a que con las especificaciones que proporcionen los clientes, el fabricante de los envases termoplásticos tendrá la responsabilidad de elegir la materia prima adecuada para cumplir con las expectativas y la cantidad de materia prima virgen que se va a utilizar.

Además de trabajar con esta hoja de especificaciones, se seguirá utilizando la entrega de prototipos por parte de los clientes cuando éstos ya han elegido un diseño en especial, debido a que esto brinda una idea clara del diseño y cumple con el producto solicitado por el cliente. Si en dado caso no existe prototipo alguno, se llenará la hoja de especificaciones, y luego se realizará una muestra que tendrá que evaluar y aceptar el cliente si cumple con sus necesidades y expectativas.

Para lograr que el producto que se elabora tenga una calidad aceptable, cada uno de los trabajadores de la planta que estén encargados de la maquinaria y producción, deberá conocer las especificaciones que ha detallado el cliente y la forma en que se evaluará que los productos cumplan con los requisitos del cliente. Para comunicar estas especificaciones, antes de empezar a producir un pedido, el ingeniero de planta deberá reunirse con los operadores y representantes de procesos para informar los objetivos que se tienen para el pedido y proporcionar metas concretas para la producción.

2.1.6.2. Criterios de aceptación o rechazo

El conjunto muestreado se clasificará como aceptado o rechazado de acuerdo a los criterios que siguen:

- La muestra cuya fracción defectuosa se encuentren dentro de los límites superior e inferior de control, se considerará como aceptado, y se procederá con el desarrollo normal del proceso de producción.
- La muestra cuya fracción defectuosa se encuentre fuera de los límites superior e inferior de control, se considerará como rechazado, y se procederá a revisar los cálculos, si éstos están correctos, determinar el origen del punto fuera de control y corregirlo (si no se trata de una variación natural) para evitar que el proceso siga fuera de control.
- Si el punto está dentro de los límites de control, pero se presenta algún tipo de comportamiento o patrones extraños en las gráficas de control, también se debe revisar y hacer los ajustes que se consideren necesarios.

Para las características de calidad mensurables (es decir todos aquellos datos que se utilizarán para realizar los gráficos por variables) se tomarán en cuenta las siguientes normas:

- La muestra cuya media y rango se encuentren dentro de los límites superior e inferior de control, se considerará como aceptado, y se procederá con el desarrollo normal del proceso de producción.
- La muestra cuya media y rango se encuentre fuera de los límites superior e inferior de control se considerará como rechazado, y se procederá a revisar los cálculos, si en dado caso están correctos, se determinará el origen del punto fuera de control y se corregirá (si no se trata de una variación natural) para evitar que el proceso siga fuera de control.
- Si el punto está dentro de los límites de control, pero se presenta algún tipo de comportamiento o patrones extraños en las gráficas de control, también se debe revisar y hacer los ajustes necesarios.

Para las características de calidad no mensurables se registrarán aquellos atributos para la aceptación o rechazo de los productos de acuerdo a las siguientes pautas:

- La muestra cuya fracción defectuosa se encuentre dentro de los límites superior e inferior de control, se considerará como aceptado, y se procederá con el desarrollo normal del proceso de producción.

- La muestra cuya fracción defectuosa se encuentre fuera de los límites superior e inferior de control. Se considerará como rechazado y se procederá a revisar los cálculos. Si están correctos se determinará el punto fuera de control y se corregirá para evitar que el proceso siga fuera de control.
- Si el punto está dentro de los límites de control, pero se presenta algún comportamiento o patrón inusual en las gráficas de control, se revisará y hará los ajustes pertinentes.

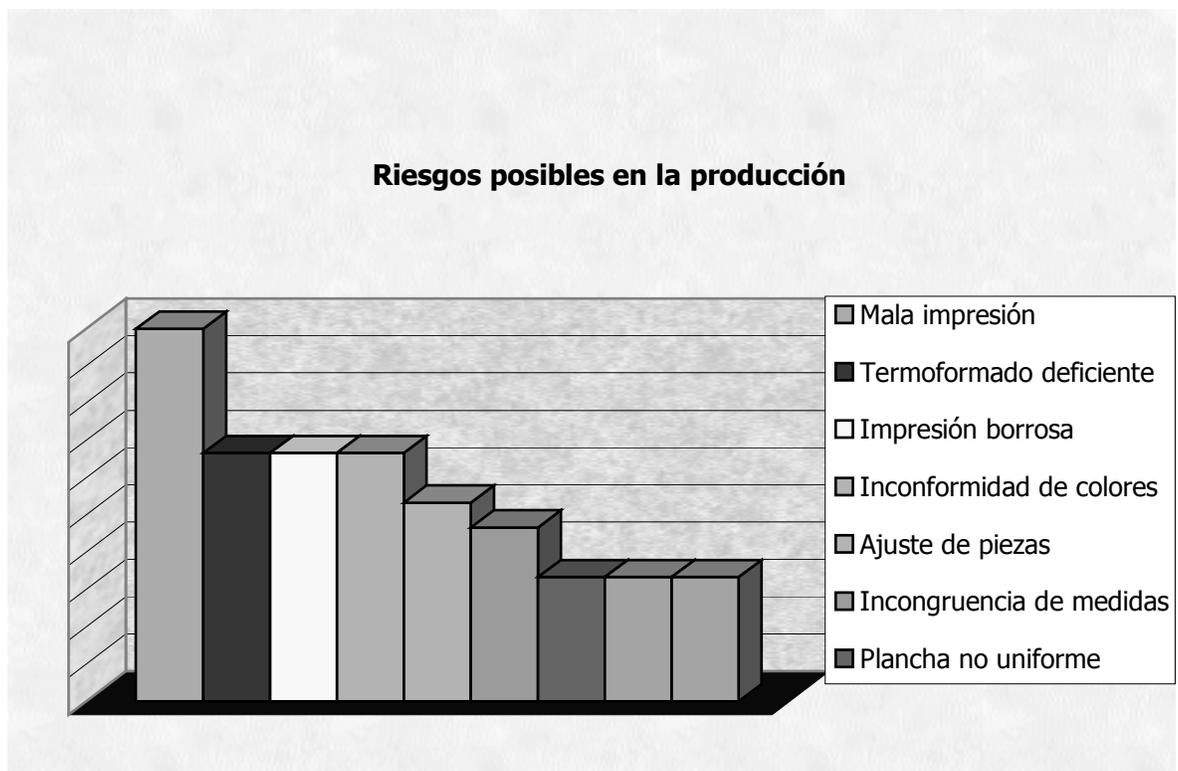
2.1.6.3. Tablas militares

Al momento de realizar los gráficos estadísticos de control que serán de gran utilidad para la evaluación de la calidad de los productos termoplásticos, se debe tomar en cuenta que, además de las especificaciones que se deben satisfacer en la producción en línea de los artículos, se debe contar con límites específicos que determinarán un rango definido dentro del cual el producto se considerará bajo control. Para que estos límites estén de acuerdo a los estándares de calidad universales se utilizarán las tablas militares a fin de establecer los límites de aceptación o rechazo de los productos.

2.1.7. Análisis de riesgos

Para asegurar la calidad de los productos termoplásticos que se elaboran en la empresa se considera necesario realizar un estudio profundo de los análisis de riesgos, ya que éste, además de otorgar una visión clara de los puntos críticos del proceso que se deben controlar adecuadamente, proveerá una perspectiva útil para todos los funcionarios de la empresa en la ejecución de su trabajo. Por lo que, luego de efectuar este análisis se concluyó que los riesgos de que el producto se elabore defectuosamente se encuentran representados en el siguiente diagrama:

Figura 12. Riesgos de producción



Fuente: Original

Por lo tanto, se considera necesario los puntos de inspección del proceso en las siguientes áreas por orden de prioridad de control:

- Área de Impresión

Debido a que en esta área se encontró la mayor incidencia de riesgos, se tomará una inspección minuciosa a la hora de requerir la impresión offset en el producto que se esté realizando, esta inspección se hará cuando el producto empiece a pasar por esta área con los primeros productos, para comprobar que la impresión es de buena calidad, es decir, no está borrosa, los colores concuerdan con las especificaciones requeridas, el texto se puede leer, etc.

Por lo tanto, la misma persona de calidad que estará encargada de recolectar los datos para su análisis estadístico será la responsable de velar porque el desempeño del producto en el área sea adecuado, de lo contrario, dar la información necesaria para parar la producción o contribuir a la mejora de la calidad en conjunto con el ingeniero de producción. La presencia de este encargado en el lugar de trabajo permite la eficiente identificación de errores de producción, facilita la identificación de problemas y evita la elaboración de productos defectuosos.

- Área de Termoformado

Posteriormente, se debe tomar en cuenta que en el área de termoformado se necesita otra inspección constante, pero la ventaja de esta área es que debido a que la producción lleva un ritmo en línea, luego de la extrusión prosigue el termoformado y, para terminar, si es necesario, el proceso de impresión offset; el representante del proceso de impresión tendrá a su cargo también el área de termoformado, para luego trasladarse a inspeccionar la impresión offset.

En esta área, el representante del proceso tendrá a su cargo la recolección de los datos necesarios para la elaboración de los gráficos de control, además se encargará de asegurarse de que el termoformado sea adecuado, es decir que el producto tenga las medidas precisas, que la superficie que se obtenga sea lisa, que los recipientes que tienen tapaderas ajusten apropiadamente, etc., y en caso de presentarse problemas tomar las medidas pertinentes.

- Área de Extrusión

Para que el producto se elabore correctamente debe empezar el proceso productivo debe llevar un control estricto desde el principio, por lo tanto se supervisará el proceso desde el área de extrusión al momento de la mezcla de materia prima pura y reciclada para realizar la mezcla homogénea que cumpla con las especificaciones del cliente.

Al tener la mezcla exacta el operario pasará a revisar que la plancha de material extraído de la máquina de extrusión cubra con los requerimientos de producción, es decir, que tenga el grosor y resistencia necesarios para poder ser trasladado a la termoformadora y que la plancha tenga un grosor uniforme.

2.1.7.1. Determinación de puntos críticos

Al considerar el sistema abierto de la empresa dedicada a la elaboración de productos termoplásticos se obtiene que los componentes donde se pueden observar puntos críticos son los siguientes:

- Aunque como se mencionó en el primer capítulo la adquisición de la materia prima se realiza con proveedores internacionales, los cuales manejan un sistema de control de calidad bien establecido, se debe asegurar, con una inspección simple, el cumplimiento de las especificaciones que ofrecen los proveedores. Inmediatamente se debe devolver la materia prima en estado defectuoso, que en este caso, sería materia prima con cierto grado de humedad, el cual no puede ser trabajado. Por lo tanto, se debe informar a los proveedores si esto ocurre para que se tomen las medidas adecuadas para el transporte de la materia a la empresa y si existe algún otro problema de calidad que se observe.

- Posteriormente, se pasará a la inspección del proceso productivo en sí. Es decir, se tendrá que evaluar que el desarrollo del trabajo sea satisfactorio, cumpliendo con los detalles de los estándares ofrecidos por el mercado, aún más examinando todo el proceso antes de operaciones irreversibles o antes de agregar una gran cantidad de valor al producto. Para poder lograr hacer esta inspección de una forma eficiente, se estudió el diagrama de flujo, como lo hicimos anteriormente y se determinó que los puntos críticos son: La extrusión, el termoformado - en un menor porcentaje, y la impresión cuando se requiera esta operación en el pedido.

La realización de las gráficas de control se realiza en los dos turnos que utiliza la empresa. El tipo de inspección utilizado es estrictamente al azar, por lo tanto para tomar una muestra representativa se recolectan datos de 20 muestras conteniendo cada una 5 observaciones, lo cual amplía el tamaño a 100 datos que sirven para lograr exactitud en los datos.

- Con el control de calidad a través de los gráficos de control, tanto por variables como por atributos, se asegura que el producto ha cumplido con los requerimientos del cliente, por lo tanto, la inspección del producto terminado se hace innecesaria y se logra disminuir el tiempo inspección final minimizando así el tiempo de ciclo.

2.1.7.2. Establecimiento de límites críticos

Luego de distinguir cuales son las actividades dentro del proceso que serán considerados como puntos críticos, se debe establecer los límites críticos dentro de los cuales el producto se estimará congruente de acuerdo a las especificaciones, por la diversidad de las características que va a tener cada uno de los artículos en las diferentes actividades del proceso se debe formular un límite crítico de medida para cada uno y, con ello, brindar al cliente la seguridad de que sus requerimientos serán cumplidos con un rango mínimo de variabilidad. Por lo tanto, se consideran los siguientes límites críticos para los gráficos por variables que se van a realizar:

- Vasos Plásticos (Vaso plástico No. 7)
 - Peso
 - 10 gr. +/- 2 gr.
 - Diámetro superior
 - 7 cm +/- 0.2 cm
 - Altura
 - 9 cm +/- 0.2 cm.

- Platos Plásticos Lisos (Plato plástico No. 9)
 - Grosor lámina
 - 5 mm +/- 1 mm
 - Diámetro
 - 18 cm. +/- 0.5 cm.

- Platos Plásticos con divisiones
 - Grosor lámina
 - 7 mm +/- 1 mm
 - Diámetro
 - 18 cm. +/- 0.5 cm.

- Recipientes Plásticos pequeños (3 oz.)
 - Peso
 - 20 gr +/- 2 gr.
 - Diámetro
 - 7.5 cm. +/- 0.2 cm.

- Recipientes Plásticos medianos (8 oz.)
 - Peso
 - 35 gr. +/- 2.5 gr.
 - Diámetro
 - 11.5 cm. +/- 0.2 cm.

- Recipientes Plásticos grandes (16 oz.)
 - Peso
 - 50 gr. + / - 3gr.
 - Diámetro
 - 15 cm. +/- 0.2 cm.

- Tapaderas pequeñas
 - Peso
 - 3 gr. +/- 1 gr.

- Diámetro
 - 7.5 cm. +/- 0.2 cm.
- Tapaderas medianas
 - Peso
 - 5 gr. +/- 2 gr.
 - Diámetro
 - 11.5 cm. +/- 0.2 cm.
- Tapaderas grandes
 - Peso
 - 7 gr. +/- 2 gr.
 - Diámetro
 - 15 cm. +/- 0.2 cm.

2.1.8. Aseguramiento de la calidad

Para asegurar la calidad de los productos que se ofrecen al mercado las inspecciones de calidad se harán diariamente, tomando cinco muestras cada hora durante el tiempo que dure la producción, pudiendo de ese modo corroborar el estado de los productos conforme a las gráficas de control establecidas para cada proceso.

Ningún producto puede salir de la bodega si no hay documentación que garantice que se llevó un control estadístico con resultados favorables al proceso de producción del termoplástico, debidamente aprobado por el encargado de calidad.

La documentación servirá como un historial del trabajo realizado y basándose en la investigación de dichos datos se obtendrán patrones de producción que serán de utilidad en el establecimiento de detección de errores o problemas, como también, en el establecimiento de metas de producción, las cuales como se mencionó van a ser determinadas mensualmente para poder elevar la calidad de manera significativa con el paso del tiempo.

Otro punto importante en el aseguramiento de calidad es la retroalimentación continua de la satisfacción de los clientes, los cuales determinarán el giro en las especificaciones de producción y el cambio en los controles de calidad a través de la implementación de controles más rigurosos. Esta retroalimentación se realizará a través de la hora de especificaciones del pedido (Formato que se encuentra en el Numeral 2.1.9.1) ya que aquí se va a poder observar la evolución de las necesidades y con esto poder crear una ventaja competitiva por medio de innovaciones creativas en el producto.

Así como la retroalimentación de los clientes externos, se debe tener en cuenta la retroalimentación de los clientes internos, es decir, el personal de la empresa, por lo tanto, para tomar en cuenta su opinión se programarán reuniones para revisar puntos de producción que necesitan mejorar. Dichas reuniones serán precedidas por el jefe de calidad, quien previamente debe establecer los puntos de calidad a tratar y exponer los problemas que se manifiestan dando participación al personal para presentar sus sugerencias para la solución de los mismos, y posteriormente analizar la viabilidad de las soluciones expuestas.

Esta reunión no sólo servirá para motivar al personal, haciéndoles sentir que su opinión es importante y que son tan capaces por su experiencia en el trabajo, sino que ayudará a visualizar los problemas desde otro punto de vista. Así mismo, se puede manifestar la motivación al personal a través de la publicación de los logros obtenidos y las metas por alcanzar durante un periodo de tiempo.

2.1.9. Creación de documentos internos para el control

Para poder llevar un control adecuado de todos los procesos que necesitan ser intervenidos para asegurar la calidad de los productos que ofrece la empresa, se debe crear una serie de documentos de control que serán utilizados por los empleados de la empresa en las diferentes áreas involucradas en la producción, directa o indirectamente. Dichos documentos se manejarán a nivel interno, el cual tiene un recorrido a través de las operaciones que se ejercen para poder surtir un pedido, desde su entrada a la organización hasta el despacho de la solicitud del cliente en condiciones óptimas.

En la organización de productos termoplásticos se utilizarán básicamente tres documentos que se consideran necesarios, los cuales se completarán adecuadamente mediante la introducción de los aspectos requeridos. Esto ayudará a la comprensión de los requerimientos del cliente, el adecuado desarrollo del proceso y la inspección minuciosa de los lotes de producción fabricados en la hora, el día o la semana, según considere el comité de calidad.

2.1.9.1. Hoja de especificaciones del pedido

Un documento como la hoja de especificaciones del pedido será muy útil, tanto para el cliente porque se le permite detallar sus necesidades explícitamente y con ello dar instrucciones claras de cómo requiere que sea surtido su producto, así como para la empresa ya que con las especificaciones bien detalladas no van a haber malas interpretaciones de los pedidos y se pueden implementar medidas más exactas para controlar la calidad.

Este documento será utilizado por el departamento de mercadeo y ventas que serán los responsables de proporcionar el detalle del pedido al ingeniero de producción. Este documento se debe completar adecuadamente para que los requerimientos del cliente sean comprendidos al cien por ciento, brindándole así un buen servicio que refleje el interés de la empresa por mantener a sus clientes satisfechos de acuerdo a sus necesidades actuales y pensando en beneficiarlos cumpliendo también con sus necesidades futuras mediante la implementación de nuevos métodos elaborados con la ayuda de una investigación profunda.

Por lo tanto, a continuación se podrá encontrar un modelo de la hoja de especificaciones que se debe utilizar en la recepción de los pedidos:

Figura 13. Hoja de especificaciones del cliente.

HOJA DE ESPECIFICACIONES DEL PEDIDO

Fecha: _____ No. de Pedido: _____

Cliente: _____

Producto a elaborar: _____

Cantidad solicitada: _____

Fecha de entrega del pedido: _____

Color del producto: _____

Dimensiones específicas del producto:

Ancho: _____ Alto: _____

Grosor: _____ Diámetro: _____

Proporciona muestra: _____

Pruebas para el control: _____

Necesita impresión: _____

Diseño:

Complemento adicional al producto: _____

Otras especificaciones: _____

Fuente: Original

2.1.9.2. Hoja de verificación del proceso

Por su parte, dentro del proceso de elaboración del producto se debe verificar el correcto desempeño de cada una de las operaciones, para que en el desarrollo se evite la mayor cantidad de imperfecciones que se pueden dar. Para eso se concebirá una hoja, que se presenta a continuación, la cual será utilizada por los representantes del proceso del comité de calidad de la empresa para controlar que la línea de producción circule de forma continua y, sobre todo, eficientemente.

Figura 14. Hoja de verificación del proceso

HOJA DE VERIFICACIÓN DEL PROCESO

ÁREA DE EXTRUSIÓN

Materia Prima:

Polietileno: _____ Poliestireno: _____ Polipropileno: _____

Medidas de la lámina

Ancho: _____ Largo: _____ Espesor: _____

Características físicas

Color unidofrme: _____ Superficie Lisa: _____

Resistencia establecida: _____ Libre de arrugas y venas: _____

Libre de contaminación: _____

ÁREA DE TERMOFORMADO

Medidas del Producto

Alto: _____ Diámetro: _____

ÁREA DE IMPRESIÓN

Diseño correcto: _____

Colores adecuados: _____

Calidad de impresión: _____

Fuente: Original

2.1.9.3. Planilla de inspección del proceso

Por último, es necesario considerar que debe existir una planilla de inspección del proceso para poder llevar el control de los productos conformes y no conformes que se encuentran en las inspecciones del muestreo, y así mismo para poder obtener los datos que se necesitan para llevar el control estadístico del proceso, ya sea que se utilicen variables o atributos para determinar el nivel de calidad con el cual se está produciendo los diversos lotes. Por lo tanto, estas planillas deberán tener un aspecto como el siguiente:

Figura 15: Planilla de inspección

**PLANILLA DE INSPECCIÓN
GRAFICOS POR VARIABLES X-R**

Envase _____ Fecha: _____

Máquina No. _____ Elaborado por: _____

Muestra	Observaciones				X	R	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							

X = _____
R = _____

n	A2	D3	D4
17	0.203	0.378	1.622
18	0.194	0.391	1.608
19	0.187	0.403	1.597
20	0.180	0.415	1.585

Gráfico X
LSC = $X + A2R$ = _____
LCC = X = _____
LIC = $X - A2R$ = _____

Gráfico R
LSC = $D4R$ = _____
LCC = R = _____
LIC = $D3R$ = _____

Fuente: Original

Figura 16. Planilla de inspección

**PLANILLA DE INSPECCIÓN
GRAFICOS POR VARIABLES X-S**

Envase _____ Fecha: _____

Máquina No. _____ Elaborado por: _____

Muestra	Observaciones	X	s	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				

X = _____

S = _____

n	A3	B3	B4
17	0.739	0.466	1.534
18	0.718	0.482	1.518
19	0.698	0.497	1.503
20	0.680	0.510	1.490

Gráfico X

LSC = $X + A3S$ = _____

LCC = X = _____

LIC = $X - A3S$ = _____

Gráfico S

LSC = $B4S$ = _____

LCC = S = _____

LIC = $B3S$ = _____

Fuente: Original

Figura 17. Planilla de Inspección

HOJA DE INSPECCION GRAFICOS POR ATRIBUTOS					
Envase _____			Fecha: _____		
Máquina No. _____			Elaborado por: _____		
Hora	Tamaño de la muestra	# de artículos defectuosos	Fracción de defectuosos	3 sigma	Comentarios
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Sumatoria					
<p>P =</p> <p>C =</p> <p>Gráfico P LSC = $P + 3 \sqrt{P(1-P)/n}$ =</p> <p> LCC = P =</p> <p> LIC = $P - 3 \sqrt{P(1-P)/n}$ =</p> <p>Gráfico C LSC = $C + 3 \sqrt{C}$ =</p> <p> LCC = C =</p> <p> LIC = $C - 3 \sqrt{C}$ =</p>					

Fuente: Original

3. CONTROL DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

3.1. Análisis del diseño

Dentro de las técnicas de ingeniería y estadísticas que se poseen para controlar tanto la producción como la calidad y el mercadeo de los productos se encuentra diversidad de análisis que ayudan a brindar una definición mucho más clara de qué es lo que se produce y cómo se va a asegurar una calidad determinada en el producto ofertado. Entre estas técnicas se encuentran el análisis del diseño, el análisis de confiabilidad y el análisis de conformidad. Cada una de ellas será estudiada para crear una imagen detallada de cada uno de los productos que maneja la empresa para ofertar y con ello explotar e incrementar la demanda de los mismos.

3.1.1. Análisis del valor

El análisis de valor es aquel el cual describe el producto y todas sus características para poder descubrir, así, sus funciones principales y secundarias y con ello poder realizar un estudio detallado de las posibles mejoras que se pueden realizar al producto a través de un rediseño del producto. Por lo pronto, se describirá las funciones de cada uno de los artículos para exhibir su utilidad y el beneficio que aporta a los diferentes clientes.

3.1.1.1. Recipientes plásticos

Los recipientes plásticos que se elaboran son hechos de polipropileno y poliestireno en conjunto, se realizan con una medida, diseño y color especificado por cada cliente; así mismo, el cliente define, al ordenar el pedido, las características técnicas que debe poseer cada recipiente, es decir, su resistencia, la tenacidad, la resistencia al calor y al impacto, entre otros que se consideren pertinentes.

Los recipientes plásticos son elaborados para ser utilizados como contenedores de algún producto de otra empresa, ya que los consumidores que lo solicitan lo hacen con el fin de utilizarlos como materia prima en el empaque de sus productos.

Estos recipientes son destinados al almacenamiento de un producto específico como agua, jabón para lavar trastos, ensaladas, helados, flan, yogur y otros productos alimenticios o bien de limpieza; tal como lo asigne el consumidor. Se requiere que tenga una resistencia prefijada para tolerar los impactos, los cambios de temperatura y la presión, en algunos casos en los cuales se necesita comprimir un producto, jabón por ejemplo, y que éste adopte la forma del recipiente tratando de ingresar la cantidad delimitada en el envase.

Así mismo, entre las funciones secundarias que ostentan los recipientes plásticos elaborados por la empresa son aquellas dedicadas a la decoración a través de las diferentes manualidades para lo cual pueden ser beneficiosos. Asimismo, pueden ser utilizados para almacenar diferentes insumos en el hogar, aunque cabe mencionar que por pertenecer al grupo de envases desechables su tiempo de vida es corto dependiendo del uso y cuidado que se le proporcione.

Los clientes que más demandan este producto son las empresas que venden productos cuya presentación final requiere de recipientes plásticos que proporcionen mayor vida al producto por su cierre hermético y a la vez den más valor al producto por su empaque; y aquellas dedicadas a la venta de comida rápida para llevar. Y su último destino es el hogar de los consumidores finales.

Figura 18. Recipientes plásticos producidos por la empresa



Fuente: www.macroplasta.com

Figura 19. Recipientes plásticos producidos por la empresa



Fuente: www.macroplastsa.com

Figura 20. Recipientes plásticos producidos por la empresa



Fuente: www.macroplastsa.com

3.1.1.2. Tapaderas

Las tapaderas son consideradas un complemento de los recipientes plásticos, en algunos casos, debido a que para el almacenamiento se necesita de una tapadera que encaje con la medida exacta de la boca del recipiente mencionado y así conserve un envasado perfecto al vacío, lo cual mantiene el producto libre de contaminación.

Para elaborar las tapaderas de los recipientes plásticos, regularmente, se utiliza el polietileno como única materia prima, esto se debe a que entre las propiedades de las tapaderas se encuentra la flexibilidad que permita el ajuste correcto y, así mismo, la fácil remoción de la misma.

Como se ha expuesto anteriormente, la función principal de la tapadera además de ser el complemento del recipiente plástico, ayuda a la conservación del contenido protegiéndolo de la contaminación, el agua, el polvo y otros agentes que puedan alterar sus propiedades físicas. Las tapaderas se elaboraron para ser empleadas a presión, por lo que el cierre debe ser exacto y su diseño debe encajar con el recipiente, de aquí su importancia por las medidas precisas.

Figura 21. Bandejas producidas del mismo material a las tapaderas



Fuente: www.macroplastsa.com

3.1.1.3. Vasos

Este producto también es elaborado a partir del polipropileno y poliestireno debido a sus propiedades para resistir ciertos aspectos que se pueden encontrar en las bebidas que se sirvan. Los vasos son muy solicitados por las empresas que se dedican a la venta de comida rápida para llevar, o bien para consumir en el restaurante, es muy cotizado para servir bebida frías o al tiempo. Así mismo, toman parte muy importante en las reuniones, por la facilidad que representa el ser desechable, y celebraciones, sobre todo infantiles.

Como función secundaria se puede ver utilizado en una infinidad de áreas, desde manualidades hasta jardinería, o bien para almacenar cosas en el hogar. A los vasos también suelen acompañar la elaboración de tapaderas que cumplan con la función de conservar el líquido y evitar derrames, especialmente en menú de niños y bebidas para llevar.

Figura 22. Vasos producidos por la empresa



Fuente: www.macroplastsa.com

Figura 23. Vasos producidos por la empresa



Fuente: www.macroplasta.com

Figura 24. Vasos producidos por la empresa



Fuente: www.macroplasta.com

3.1.1.4. Platos

Los platos es uno de los productos de más tiraje dentro de la empresa, debido a la gran demanda que poseen y a su uso en varias actividades. Dependiendo de la calidad que se desee en cada plato, se utilizarán ya sea el polietileno con un porcentaje de poliestireno o sólo el polipropileno cuando así se requiera. Existe diversidad de diseños para los platos, dependiendo del uso que se le vaya a dar, de un solo apartado, de dos, tres o más apartados, hondos, planos o bien pasteleros, los cuales tienen la característica de ser más pequeños en cuanto a dimensiones.

Los platos son muy utilizados por los vendedores mayoristas para la Terminal, mercados o supermercados, generalmente son comprados por su consumidor final, el cual los va a utilizar para servir alimentos en una festividad o reunión informal, mayormente infantiles para seguridad de los niños. Así mismo, se ven muy utilizados en pequeñas ventas de comida en donde las instalaciones no son adecuadas para consumir en el lugar.

Figura 25. Platos producidos en la empresa



Fuente: www.macroplasta.com

3.1.2. Análisis de confiabilidad

La alta confiabilidad en el producto tiene un enorme impacto en la satisfacción del cliente. Si uno de los componentes falla en su desempeño, por cualquier razón, todo el sistema puede fallar. Entonces, la confiabilidad del producto se expresa como la probabilidad de que funcione tal como se pretende que lo hiciera, durante determinado tiempo, o para un periodo de tiempo establecido previamente. Es ineludible, por lo tanto, verificar que el producto llene las características que se esperan de él mediante un análisis de confiabilidad, además del análisis del valor.

Por lo tanto, se aplicó un estudio de resistencia al impacto y un estudio de resistencia a la presión aplicada en el fondo de los recipientes investigados, en el cual se sometió una muestra significativa de cada producto a diferentes pruebas, tal y como se especifica en cada uno de los numerales seguidos determinando su utilidad, obteniendo en cada uno de los recipientes los siguientes resultados:

3.1.2.1. Recipientes plásticos

Los recipientes plásticos tendrán la función de almacenar productos alimenticios y para la limpieza del hogar, por lo tanto deben brindar la seguridad de que no se quebrará en el proceso de la empresa que los demanda y que además pueda utilizarse en la maquinaria de la otra empresa.

Figura 26. Pruebas de resistencia (recipientes plásticos)

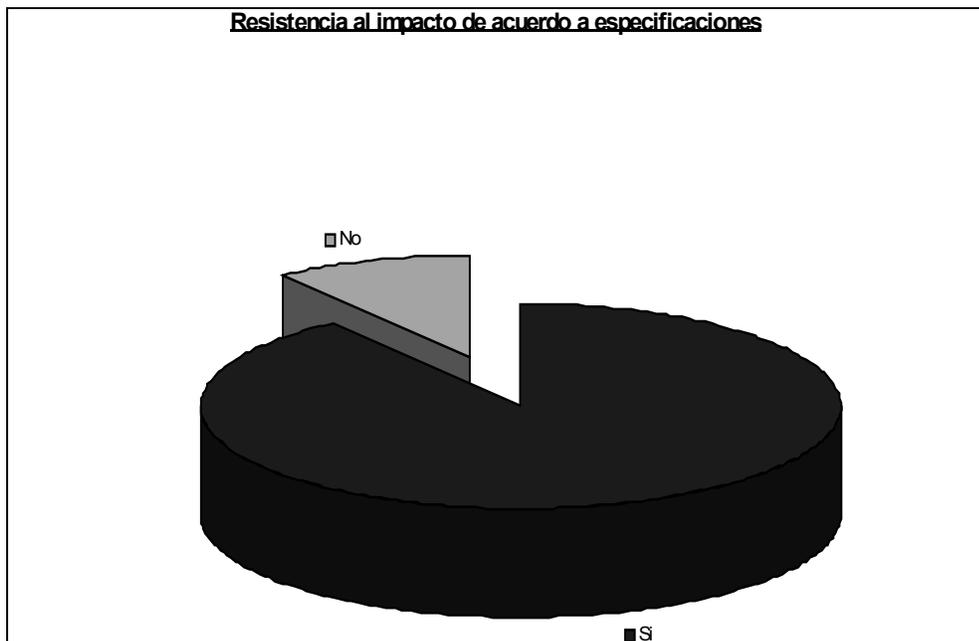
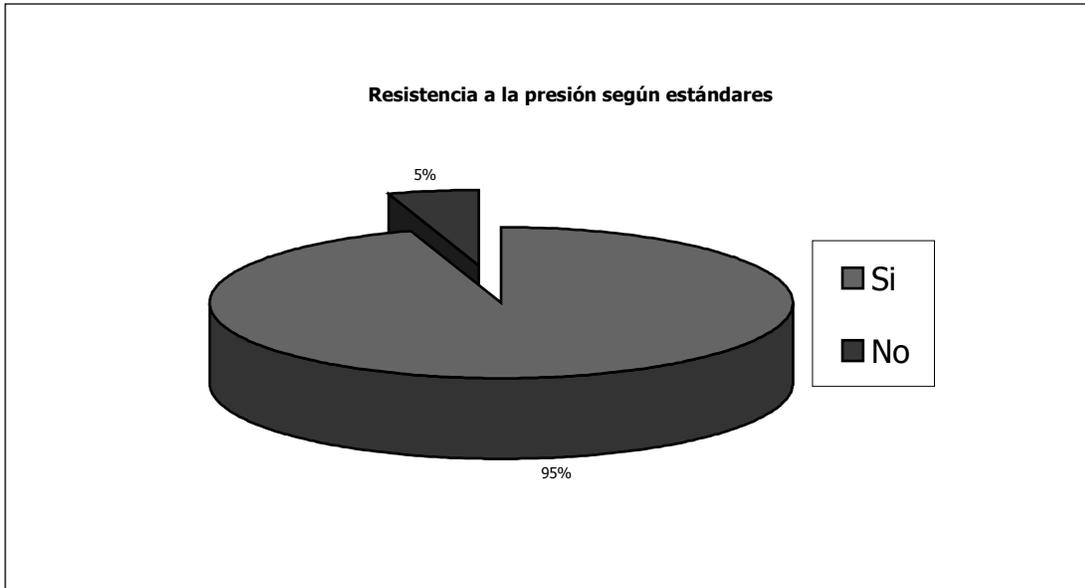


Figura 27. Resistencia a la presión (recipientes plásticos)

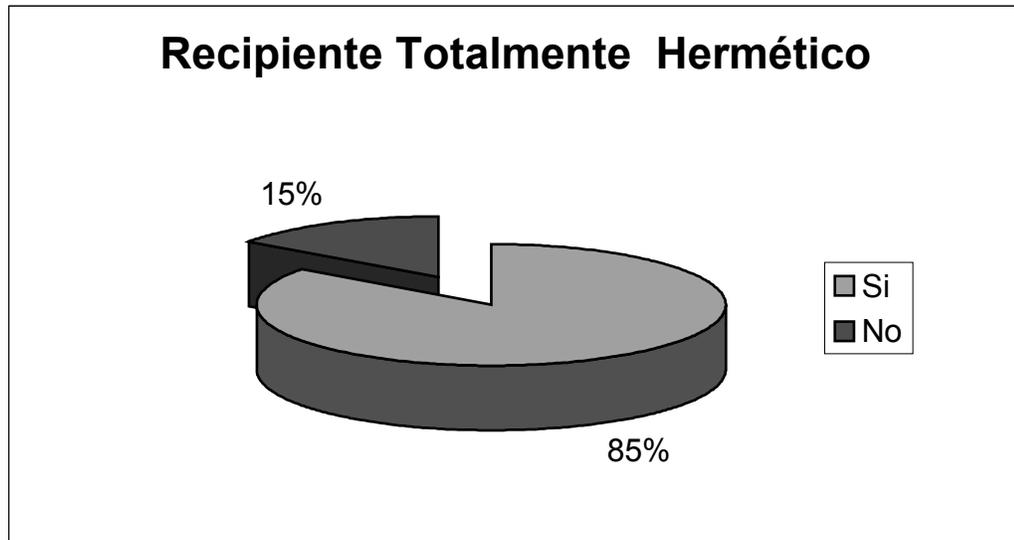


Fuente: Original

3.1.2.2. Tapaderas

Las tapaderas serán utilizadas como complemento de los recipientes plásticos, a criterio de los clientes, y deberán tener la capacidad de sellar perfectamente el recipiente plástico y mantenga el producto libre de contaminación. Por lo tanto un aspecto importante de ellas son la exactitud de las medidas y su resistencia al manejo de abrir y cerrar el recipiente continuamente. Realizando el respectivo estudio de hermetismo que se requiere de las tapaderas con los recipientes indicados obtuvimos la siguiente información:

Figura 28. Ajuste de tapaderas al recipiente

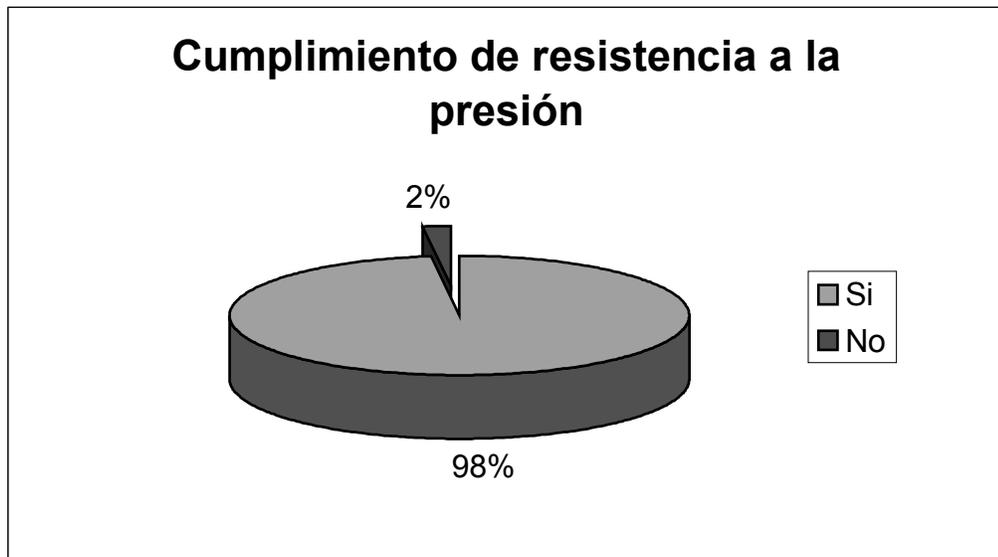


Fuente: Original

3.1.2.3. Vasos

Los vasos es uno de los productos más fáciles de producir y cuya confiabilidad es alta debido a las especificaciones que se solicitan. Básicamente su objetivo va a ser el almacenamiento de bebidas, ya sea frías o calientes, por lo que tiene que poseer una resistencia adecuada a la presión de acuerdo a los estándares establecidos. Este producto también puede tener como complemento las tapaderas, especialmente los que son destinados a restaurantes, para el menú de niños o bien para llevar.

Figura 29. Resistencia a la presión (vasos plásticos)

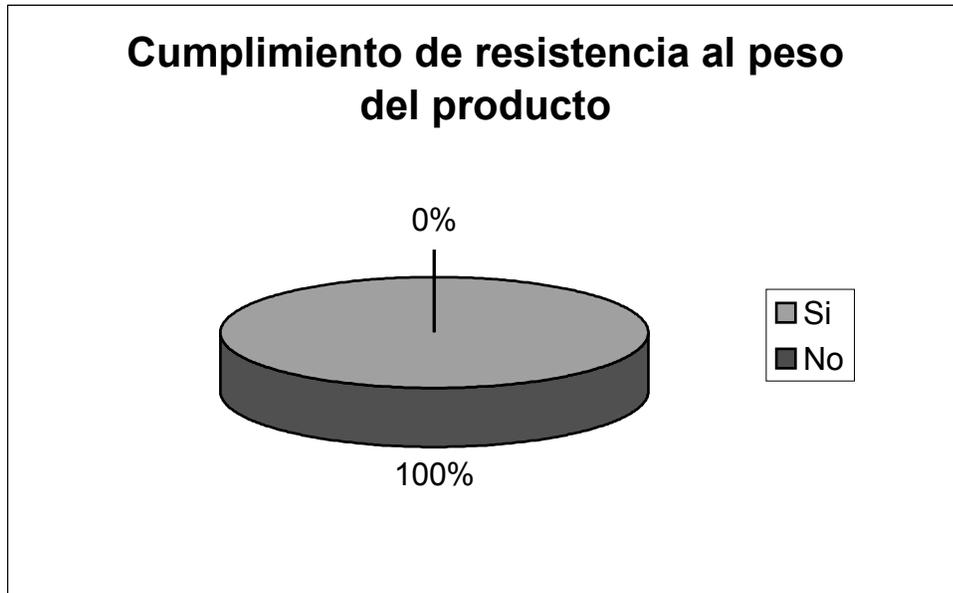


Fuente: Original

3.1.2.4. Platos

Por último los platos, tiene la finalidad de ser utilizados para servir comidas, por lo tanto tiene que resistir un peso específico y así mismo poseer la resistencia a la temperatura, ya que la mayoría de los productos servidos serán calientes, porque se utiliza para almuerzos o refacciones en reuniones especiales. De todos estos productos, se espera el correcto almacenamiento de su contenido, evitando las superficies con venas o arrugadas.

Figura 30. Resistencia al peso específico del producto



Fuente: Original

3.2. Análisis de conformidad

Los controles de calidad se deben implementar en la industria guatemalteca de productos termoplásticos para poder analizar a profundidad la diversidad de datos que se pueden obtener de ellos con vistas a mejorar los procesos y sistemas de administración para la producción de los envases con una calidad satisfactoria al cliente interno y externo.

3.2.1. Control estadístico de la calidad

El control estadístico de la calidad se pondrá en práctica cada vez que se inicie el proceso de un producto en específico, tomando las medidas necesarias para su correcta evaluación con el fin de determinar si un proceso está bajo control estadístico o no, y posteriormente interpretar para analizar la posibilidad de realizar posibles mejoras en el producto en mención.

Así mismo, debe quedar claro que la razón fundamental de implementar el control estadístico en el proceso es establecer todas las causas de variación examinando las causas al azar y las asignables a ciertos eventos facilitando así la toma de decisiones sobre las acciones que se llevarán a cabo para eliminar las causas asignables y, por lo tanto, reducir la variabilidad total, pretendiendo con ellas mantener el proceso dentro de la variación permitida.

3.2.1.1. Recopilación y análisis de datos

Para realizar la presente prueba de implementación de los gráficos de control se estudiarán un producto de cada uno de las familias de productos que la empresa ofrece al mercado, para los cuales se presenta a continuación la hoja de recopilación de datos para cada gráfico cuya estructura fue presentada anteriormente y aquí se puede observar su utilización completa. Se tomaran variables básicas, entre las cuales encontramos, el grosor de la lámina, el alto y diámetro de los productos ya termoformados y su peso.

Estos datos se tomaron mientras estaba en marcha la línea de producción, a cada hora, consignándolos en el formato que se presento para la inspección de los gráficos para variables, cuadro en el cual se recogerán varias observaciones de una misma muestra para con ello tener un promedio el cual considerar, dependiendo de los diferentes problemas o retrasos que se estén dando en la producción. Estos datos son consignados, como se mencionó, por los representantes del proceso y transmitido en gráficos e informes precisos a la gerencia de la empresa, detallando en el mismo los resultados de los gráficos de control aplicados a la producción.

Las planillas de inspección se encuentran en el siguiente orden:

- Hoja de datos para gráficos X - R
- Hoja de datos para gráficos X – S
- Hoja de datos para gráficos por atributos

Tabla I. Tabla de control por variables X-R (vaso plástico No. 7)

**PLANILLA DE INSPECCIÓN
GRAFICOS POR VARIABLES X-R**

Envase
Vaso Plástico No. 7

Fecha:
Ene-06

Máquina No.
Máquina no. 1

Elaborado por:
Enma Padilla

Muestra	Observaciones					X	R
1	7	7.1	6.8	7.1	6.9	6.98	0.3
2	7.1	6.8	6.9	7	7	6.96	0.3
3	7.2	7	7	7	6.9	7.02	0.3
4	7	6.9	6.9	6.8	7	6.92	0.2
5	7.1	6.9	6.9	7.1	7	7	0.2
6	7	7	7	7.1	6.8	6.98	0.3
7	6.8	6.8	6.9	6.9	7	6.88	0.2
8	7.1	7	7	6.9	7.2	7.04	0.3
9	7	7.1	7.2	6.8	6.9	7	0.4
10	7	6.9	6.9	7.2	7.2	7.04	0.3
11	6.9	6.9	6.8	7.2	7.1	6.98	0.4
12	7.2	7.2	7.2	7	7	7.12	0.2
13	7.2	7	7	7	7	7.04	0.2
14	6.9	6.8	7	7	7	6.94	0.2
15	6.9	6.9	7	7	7.1	6.98	0.2
16	6.8	7.2	7	7.1	7.1	7.04	0.4
17	6.8	7	7	7.1	7	6.98	0.3
18	6.9	6.9	6.8	7	7	6.92	0.2
19	7	7.1	7.2	6.9	7.2	7.08	0.3
20	7	7.1	7.1	7	7	7.04	0.1

X = 6.997
R = 0.265

Gráfico X
LSC = $X+A2R$ = 7.0447
LCC = X = 6.997
LIC = $X-A2R$ = 6.9493

n	A2	D3	D4
17	0.203	0.378	1.622
18	0.194	0.391	1.608
19	0.187	0.403	1.597
20	0.180	0.415	1.585

Gráfico R
LSC = $D4R$ = 0.420025
LCC = R = 0.265
LIC = $D3R$ = 0.109975

Fuente: Original

Tabla II. Tabla de control por variables X-S (vaso plástico No. 7)

PLANILLA DE INSPECCIÓN GRAFICOS POR VARIABLES X-S

Envase
Vaso Plástico No. 7

Fecha:
Ene-06

Máquina No.
Máquina no. 1

Elaborado por:
Enma Padilla

Muestra	Observaciones					X	s
1	7	7.1	6.8	7.1	6.9	6.98	0.1304
2	7.1	6.8	6.9	7	7	6.96	0.114
3	7.2	7	7	7	6.9	7.02	0.1095
4	7	6.9	6.9	6.8	7	6.92	0.0837
5	7.1	6.9	6.9	7.1	7	7	0.1
6	7	7	7	7.1	6.8	6.98	0.1095
7	6.8	6.8	6.9	6.9	7	6.88	0.0837
8	7.1	7	7	6.9	7.2	7.04	0.114
9	7	7.1	7.2	6.8	6.9	7	0.1581
10	7	6.9	6.9	7.2	7.2	7.04	0.1517
11	6.9	6.9	6.8	7.2	7.1	6.98	0.1643
12	7.2	7.2	7.2	7	7	7.12	0.1095
13	7.2	7	7	7	7	7.04	0.0894
14	6.9	6.8	7	7	7	6.94	0.0894
15	6.9	6.9	7	7	7.1	6.98	0.0837
16	6.8	7.2	7	7.1	7.1	7.04	0.1517
17	6.8	7	7	7.1	7	6.98	0.1095
18	6.9	6.9	6.8	7	7	6.92	0.0837
19	7	7.1	7.2	6.9	7.2	7.08	0.1304
20	7	7.1	7.1	7	7	7.04	0.0548

X = 6.997
S = 0.11105243

Gráfico X
LSC = X+A3S = 7.072516
LCC = X = 6.997
LIC = X-A3S = 6.921484

n	A3	B3	B4
17	0.739	0.466	1.534
18	0.718	0.482	1.518
19	0.698	0.497	1.503
20	0.680	0.510	1.490

Gráfico S
LSC = B4S = 0.165468
LCC = S = 0.111052
LIC = B3S = 0.056637

Fuente: Original

Tabla III. Tabla de control por atributos (vaso plástico No. 7)

HOJA DE INSPECCION					
GRAFICOS POR ATRIBUTOS					
Envase				Fecha:	
Vaso Plástico No. 7, Impresión				ene-06	
Máquina No.				Elaborado por:	
Máquina No. 1				Enma Padilla	
Hora	Tamaño de la muestra	# de artículos defectuosos	Fracción de defectuosos	3 sigma	Comentarios
1	120	1	0,0083	0,02086	
2	120	0	0,0000	0,02086	
3	120	2	0,0167	0,02086	
4	120	0	0,0000	0,02086	
5	120	2	0,0167	0,02086	
6	120	0	0,0000	0,02086	
7	120	0	0,0000	0,02086	
8	120	0	0,0000	0,02086	
9	120	0	0,0000	0,02086	
10	120	0	0,0000	0,02086	
11	120	1	0,0083	0,02086	
12	120	1	0,0083	0,02086	
13	120	0	0,0000	0,02086	
14	120	2	0,0167	0,02086	
15	120	0	0,0000	0,02086	
16	120	0	0,0000	0,02086	
17	120	2	0,0167	0,02086	
18	120	0	0,0000	0,02086	
19	120	1	0,0083	0,02086	
20	120	2	0,0167	0,02086	
Sumatoria	2400	14	0,1167		
P =	0,005833333				
C =	0,7				
Gráfico P		LSC = $P + 3 P(1-P)/n =$		0,02669	
		LCC = $P =$		0,005833333	
		LIC = $P - 3 P(1-P)/n =$		-0,01502	
Gráfico C		LSC = $C + 3 C =$		3,20998008	
		LCC = $C =$		0,7	
		LIC = $C - 3 C =$		-1,80998008	

Fuente: Original

Tabla IV. Tabla de control por variables X-R (plato plástico No. 9)

PLANILLA DE INSPECCIÓN								
GRAFICOS POR VARIABLES X-R								
Envase								
Plato Plástico No. 9 (diámetro)						Fecha:		
						ene-06		
Máquina No.						Elaborado por:		
Máquina no. 1						Enma Padilla		
Muestra	Observaciones					X	R	
1	18	17,9	17,6	18,3	18,5	18,06	0,9	
2	18,1	17,6	17,8	17,7	18,3	17,9	0,7	
3	18,5	17,9	17,9	17,6	18	17,98	0,9	
4	18,3	18	17,7	17,9	18	17,98	0,6	
5	18	18	17,9	17,9	17,8	17,92	0,2	
6	18	17,8	17,7	17,6	18,4	17,9	0,8	
7	17,9	17,7	18,1	18,1	18,3	18,02	0,6	
8	17,9	18	18,1	18	18	18	0,2	
9	18	18,3	17,7	18,1	18,1	18,04	0,6	
10	18	17,9	17,6	17,9	18	17,88	0,4	
11	17,9	18,4	17,5	17,6	18,1	17,9	0,9	
12	18,1	18	18,1	17,8	17,7	17,94	0,4	
13	18,5	17,7	18,1	18	17,9	18,04	0,8	
14	17,5	18,4	18	18,2	17,7	17,96	0,9	
15	18	18,1	18,3	17,9	18	18,06	0,4	
16	17,8	17,6	17,7	18,2	18,1	17,88	0,6	
17	17,9	18,1	17,9	18,1	18	18	0,2	
18	18,4	18	17,9	17,8	18,1	18,04	0,6	
19	18	18	17,9	18,1	18,1	18,02	0,2	
20	17,6	18,1	18,1	18,2	18,3	18,06	0,7	
X =	17,979					Gráfico X		
R =	0,58					LSC = $X+A2R$ = 18,0834		
						LCC = X = 17,979		
n	A2	D3	D4		LIC = $X-A2R$ = 17,8746			
17	0,203	0,378	1,622					
18	0,194	0,391	1,608		Gráfico R			
19	0,187	0,403	1,597		LSC = $D4R$ = 0,9193			
20	0,180	0,415	1,585		LCC = R = 0,58			
					LIC = $D3R$ = 0,2407			

Fuente: Original

Tabla V. Tabla de gráfico por variables X-S (plato plástico No. 9)

PLANILLA DE INSPECCIÓN							
GRAFICOS POR VARIABLES X-S							
Envase							
Plato Plástico No. 9 (diámetro)						Fecha:	
						ene-06	
Máquina No.						Elaborado por:	
Máquina no. 1						Enma Padilla	
Muestra	Observaciones					X	s
1	18	17,9	17,6	18,3	18,5	18,06	0,351
2	18,1	17,6	17,8	17,7	18,3	17,9	0,292
3	18,5	17,9	17,9	17,6	18	17,98	0,327
4	18,3	18	17,7	17,9	18	17,98	0,217
5	18	18	17,9	17,9	17,8	17,92	0,084
6	18	17,8	17,7	17,6	18,4	17,9	0,316
7	17,9	17,7	18,1	18,1	18,3	18,02	0,228
8	17,9	18	18,1	18	18	18	0,071
9	18	18,3	17,7	18,1	18,1	18,04	0,219
10	18	17,9	17,6	17,9	18	17,88	0,164
11	17,9	18,4	17,5	17,6	18,1	17,9	0,367
12	18,1	18	18,1	17,8	17,7	17,94	0,182
13	18,5	17,7	18,1	18	17,9	18,04	0,297
14	17,5	18,4	18	18,2	17,7	17,96	0,365
15	18	18,1	18,3	17,9	18	18,06	0,152
16	17,8	17,6	17,7	18,2	18,1	17,88	0,259
17	17,9	18,1	17,9	18,1	18	18	0,1
18	18,4	18	17,9	17,8	18,1	18,04	0,23
19	18	18	17,9	18,1	18,1	18,02	0,084
20	17,6	18,1	18,1	18,2	18,3	18,06	0,27
X =	17,979					Gráfico X	
S =	0,22866007					LSC = X+A3S =	18,1345
						LCC = X =	17,979
						LIC = X-A3S =	17,8235
n	A3	B3	B4				
17	0,739	0,466	1,534				
18	0,718	0,482	1,518			Gráfico S	
19	0,698	0,497	1,503			LSC = B4S =	0,3407
20	0,680	0,510	1,490			LCC = S =	0,22866
						LIC = B3S =	0,11662

Fuente: Original

Tabla VI. Tabla de control por atributos (plato plástico No. 9)

HOJA DE INSPECCION GRAFICOS POR ATRIBUTOS

Envase
Plato Plástico No. 9 (Superficie)

Fecha:
ene-06

Máquina No.
Máquina No. 1

Elaborado por:
Enma Padilla

Hora	Tamaño de la muestra	# de artículos defectuosos	Fración de defectuosos	3 sigma	Comentarios
1	120	0	0,0000	0,02010	
2	120	0	0,0000	0,02010	
3	120	1	0,0083	0,02010	
4	120	0	0,0000	0,02010	
5	120	0	0,0000	0,02010	
6	120	0	0,0000	0,02010	
7	120	1	0,0083	0,02010	
8	120	1	0,0083	0,02010	
9	120	0	0,0000	0,02010	
10	120	2	0,0167	0,02010	
11	120	1	0,0083	0,02010	
12	120	1	0,0083	0,02010	
13	120	0	0,0000	0,02010	
14	120	1	0,0083	0,02010	
15	120	2	0,0167	0,02010	
16	120	2	0,0167	0,02010	
17	120	0	0,0000	0,02010	
18	120	0	0,0000	0,02010	
19	120	0	0,0000	0,02010	
20	120	1	0,0083	0,02010	
Sumatoria	2400	13	0,1083		

P = 0,005416667
C = 0,65

Gráfico P LSC = $P + 3 P(1-P)/n =$ 0,02552
 LCC = P = 0,005416667
 LIC = $P - 3 P(1-P)/n =$ -0,01468

Gráfico C LSC = $C + 3 C =$ 3,068677324
 LCC = C = 0,65
 LIC = $C - 3 C =$ -1,768677324

Fuente: Original

Tabla VIII. Tabla de control por variables X-S (plato plástico con divisiones)

PLANILLA DE INSPECCIÓN							
GRAFICOS POR VARIABLES X-S							
Envase						Fecha:	
Plato Plástico con divisiones						ene-06	
(grosor lámina)							
Máquina No.						Elaborado por:	
Máquina no. 1						Enma Padilla	
Muestra	Observaciones					X	s
1	7	7,1	7	7,2	6,9	7,04	0,114
2	7	7	7,1	7,1	7	7,04	0,055
3	7	7,1	7,1	6,9	7	7,02	0,084
4	7,1	7	7	7	7,1	7,04	0,055
5	6,9	6,9	7	7	7,1	6,98	0,084
6	7,1	6,9	7	7,1	6,9	7	0,1
7	7	6,9	6,9	7,2	7	7	0,122
8	6,9	7	7	7	7	6,98	0,045
9	7	7	7	7,1	7	7,02	0,045
10	7	7,1	7,1	7	7	7,04	0,055
11	6,9	7	7	7	7,1	7	0,071
12	7	7,1	7,1	7	7	7,04	0,055
13	7	7	7	7,1	7	7,02	0,045
14	6,9	6,9	7	7	7,1	6,98	0,084
15	7	7	7,1	7	6,9	7	0,071
16	7,1	7,1	7	7	6,9	7,02	0,084
17	7	6,9	6,9	7	7,1	6,98	0,084
18	7,1	7,1	7	6,9	6,9	7	0,1
19	7	7	7	7,1	7,1	7,04	0,055
20	7,1	7,1	7	7	7	7,04	0,055
X =	7,014					Gráfico X	
S =	0,07295205					LSC = X+A3S =	7,06361
						LCC = X =	7,014
n	A3	B3	B4			LIC = X-A3S =	6,96439
17	0,739	0,466	1,534				
18	0,718	0,482	1,518			Gráfico S	
19	0,698	0,497	1,503			LSC = B4S =	0,1087
20	0,680	0,510	1,490			LCC = S =	0,07295
						LIC = B3S =	0,03721

Fuente: Original

Tabla IX. Tabla de control por atributos (plato plástico con divisiones)

HOJA DE INSPECCION					
GRAFICOS POR ATRIBUTOS					
Envase				Fecha:	
Plato Plástico con Divisiones				ene-06	
(Uniformidad de lámina)					
Máquina No.				Elaborado por:	
Máquina No. 1				Enma Padilla	
Hora	Tamaño de la muestra	# de artículos defectuosos	Fracción de defectuosos	3 sigma	Comentarios
1	100	1	0,0100	0,02514	
2	100	0	0,0000	0,02514	
3	100	2	0,0200	0,02514	
4	100	0	0,0000	0,02514	
5	100	2	0,0200	0,02514	
6	100	0	0,0000	0,02514	
7	100	0	0,0000	0,02514	
8	100	1	0,0100	0,02514	
9	100	0	0,0000	0,02514	
10	100	0	0,0000	0,02514	
11	100	1	0,0100	0,02514	
12	100	1	0,0100	0,02514	
13	100	0	0,0000	0,02514	
14	100	2	0,0200	0,02514	
15	100	1	0,0100	0,02514	
16	100	0	0,0000	0,02514	
17	100	2	0,0200	0,02514	
18	100	1	0,0100	0,02514	
19	100	1	0,0100	0,02514	
20	100	2	0,0200	0,02514	
Sumatoria	2000	17	0,1700		
P =	0,0085				
C =	0,85				
Gráfico P		LSC = $P + 3 P(1-P)/n =$		0,03364	
		LCC = $P =$		0,0085	
		LIC = $P - 3 P(1-P)/n =$		-0,01664	
Gráfico C		LSC = $C + 3 C =$		3,615863337	
		LCC = $C =$		0,85	
		LIC = $C - 3 C =$		-1,915863337	

Fuente: Original

Tabla X. Tabla de Control por variables X-R (recipiente plástico pequeño)

PLANILLA DE INSPECCIÓN								
GRAFICOS POR VARIABLES X-R								
Envase						Fecha:		
Recipiente Plástico Pequeño						ene-06		
Máquina No.						Elaborado por:		
Máquina no. 1						Enma Padilla		
Muestra	Observaciones					X	R	
1	20	19,5	21	20,5	21	20,4	1,5	
2	21	20	20,5	20	20	20,3	1	
3	20,5	20	20	21	20,5	20,4	1	
4	20	20	20	21	21	20,4	1	
5	20	20	20,5	20	21,5	20,4	1,5	
6	20,3	20,5	20,3	20,7	20	20,36	0,7	
7	20,1	20,3	19,5	20,5	21	20,28	1,5	
8	19,5	19,5	20	21	21	20,2	1,5	
9	21	20,5	20,5	19,5	21	20,5	1,5	
10	20	20	20,3	20,5	20,5	20,26	0,5	
11	20,3	20,3	20,5	21	20,5	20,52	0,7	
12	20,5	21	21	19,5	20,5	20,5	1,5	
13	20	20	21	21	20	20,4	1	
14	20,3	20,3	20,7	20,5	20,7	20,5	0,4	
15	20,5	20,5	21	21	19,5	20,5	1,5	
16	20,5	20,5	20	20	20	20,2	0,5	
17	20	20	21	21	20	20,4	1	
18	20	20	20,5	20,5	20	20,2	0,5	
19	20	20	21	21	20	20,4	1	
20	20,3	20,3	20,5	20	20	20,22	0,5	
X =	20,367					Gráfico X		
R =	1,015					LSC = X+A2R =	20,5497	
						LCC = X =	20,367	
n	A2	D3	D4			LIC = X-A2R =	20,1843	
17	0,203	0,378	1,622					
18	0,194	0,391	1,608			Gráfico R		
19	0,187	0,403	1,597			LSC = D4R =	1,60878	
20	0,180	0,415	1,585			LCC = R =	1,015	
						LIC = D3R =	0,42123	

Fuente: Original

Tabla XI. Tabla de Control por variables X-S (Recipiente plástico pequeño)

PLANILLA DE INSPECCIÓN								
GRAFICOS POR VARIABLES X-S								
Envase								
Recipiente Plástico Pequeño						Fecha:		
						ene-06		
Máquina No.						Elaborado por:		
Máquina no. 1						Enma Padilla		
Muestra	Observaciones					X	s	
1	20	19,5	21	20,5	21	20,4	0,652	
2	21	20	20,5	20	20	20,3	0,447	
3	20,5	20	20	21	20,5	20,4	0,418	
4	20	20	20	21	21	20,4	0,548	
5	20	20	20,5	20	21,5	20,4	0,652	
6	20,3	20,5	20,3	20,7	20	20,36	0,261	
7	20,1	20,3	19,5	20,5	21	20,28	0,55	
8	19,5	19,5	20	21	21	20,2	0,758	
9	21	20,5	20,5	19,5	21	20,5	0,612	
10	20	20	20,3	20,5	20,5	20,26	0,251	
11	20,3	20,3	20,5	21	20,5	20,52	0,286	
12	20,5	21	21	19,5	20,5	20,5	0,612	
13	20	20	21	21	20	20,4	0,548	
14	20,3	20,3	20,7	20,5	20,7	20,5	0,2	
15	20,5	20,5	21	21	19,5	20,5	0,612	
16	20,5	20,5	20	20	20	20,2	0,274	
17	20	20	21	21	20	20,4	0,548	
18	20	20	20,5	20,5	20	20,2	0,274	
19	20	20	21	21	20	20,4	0,548	
20	20,3	20,3	20,5	20	20	20,22	0,217	
X =	20,367					Gráfico X		
S =	0,46339322					LSC = X+A3S =	20,6821	
						LCC = X =	20,367	
n	A3	B3	B4			LIC = X-A3S =	20,0519	
17	0,739	0,466	1,534					
18	0,718	0,482	1,518			Gráfico S		
19	0,698	0,497	1,503			LSC = B4S =	0,69046	
20	0,680	0,510	1,490			LCC = S =	0,46339	
						LIC = B3S =	0,23633	

Fuente: Original

Tabla XII. Tabla de Control por atributos (recipiente plástico pequeño)

HOJA DE INSPECCION					
GRAFICOS POR ATRIBUTOS					
Envase				Fecha:	
Recipiente Plástico Pequeño (Impresión)				ene-06	
Máquina No.				Elaborado por:	
Máquina No. 1				Enma Padilla	
Hora	Tamaño de la muestra	# de artículos defectuosos	Fracción de defectuosos	3 sigma	Comentarios
1	125	2	0,0160	0,03172	
2	125	2	0,0160	0,03172	
3	125	1	0,0080	0,03172	
4	125	2	0,0160	0,03172	
5	125	1	0,0080	0,03172	
6	125	2	0,0160	0,03172	
7	125	1	0,0080	0,03172	
8	125	1	0,0080	0,03172	
9	125	2	0,0160	0,03172	
10	125	2	0,0160	0,03172	
11	125	1	0,0080	0,03172	
12	125	1	0,0080	0,03172	
13	125	2	0,0160	0,03172	
14	125	1	0,0080	0,03172	
15	125	3	0,0240	0,03172	
16	125	2	0,0160	0,03172	
17	125	4	0,0320	0,03172	
18	125	1	0,0080	0,03172	
19	125	2	0,0160	0,03172	
20	125	1	0,0080	0,03172	
Sumatoria	2500	34	0,2720		
P =	0,0136				
C =	1,7				
Gráfico P		LSC = $P + 3 P(1-P)/n =$		0,04532	
		LCC = $P =$		0,0136	
		LIC = $P - 3 P(1-P)/n =$		-0,01812	
Gráfico C		LSC = $C + 3 C =$		5,611521443	
		LCC = $C =$		1,7	
		LIC = $C - 3 C =$		-2,211521443	

Fuente: Original

Tabla XIII. Tabla de Control por variables X-R (recipiente plástico mediano)

PLANILLA DE INSPECCIÓN GRAFICOS POR VARIABLES X-R

Envase
Recipiente Plástico Mediano

Fecha:
Ene-06

Máquina No.
Máquina no. 1

Elaborado por:
Enma Padilla

Muestra	Observaciones					X	R
1	11.5	11.6	11.5	11.3	11.5	11.48	0.3
2	11.4	11.5	11.6	11.3	11.5	11.46	0.3
3	11.3	11.7	11.5	11.5	11.7	11.54	0.4
4	11.5	11.5	11.6	11.7	11.3	11.52	0.4
5	11.3	11.3	11.5	11.5	11.6	11.44	0.3
6	11.5	11.7	11.7	11.3	11.5	11.54	0.4
7	11.3	11.6	11.5	11.5	11.4	11.46	0.3
8	11.5	11.5	11.4	11.3	11.7	11.48	0.4
9	11.3	11.5	11.4	11.6	11.5	11.46	0.3
10	11.5	11.5	11.5	11.5	11.6	11.52	0.1
11	11.6	11.5	11.4	11.6	11.5	11.52	0.2
12	11.6	11.6	11.5	11.5	11.5	11.54	0.1
13	11.3	11.4	11.5	11.5	11.5	11.44	0.2
14	11.5	11.3	11.4	11.6	11.5	11.46	0.3
15	11.3	11.3	11.4	11.5	11.7	11.44	0.4
16	11.5	11.5	11.4	11.5	11.6	11.5	0.2
17	11.7	11.5	11.3	11.6	11.5	11.52	0.4
18	11.7	11.5	11.7	11.4	11.4	11.54	0.3
19	11.3	11.7	11.5	11.5	11.6	11.52	0.4
20	11.6	11.5	11.4	11.7	11.5	11.54	0.3

X = 11.496
R = 0.3

Gráfico X
LSC = $X + A_2R$ = 11.55
LCC = X = 11.496
LIC = $X - A_2R$ = 11.442

n	A2	D3	D4
17	0.203	0.378	1.622
18	0.194	0.391	1.608
19	0.187	0.403	1.597
20	0.180	0.415	1.585

Gráfico R
LSC = D_4R = 0.4755
LCC = R = 0.3
LIC = D_3R = 0.1245

Fuente: Original

Tabla XIV. Tabla de Control por variables X-S (recipiente plástico mediano)

PLANILLA DE INSPECCIÓN GRAFICOS POR VARIABLES X-S

Envase
Recipiente Plástico Mediano

Fecha:
ene-06

Máquina No.
Máquina no. 1

Elaborado por:
Enma Padilla

Muestra	Observaciones					X	s
1	11,5	11,6	11,5	11,3	11,5	11,48	0,1095
2	11,4	11,5	11,6	11,3	11,5	11,46	0,114
3	11,3	11,7	11,5	11,5	11,7	11,54	0,1673
4	11,5	11,5	11,6	11,7	11,3	11,52	0,1483
5	11,3	11,3	11,5	11,5	11,6	11,44	0,1342
6	11,5	11,7	11,7	11,3	11,5	11,54	0,1673
7	11,3	11,6	11,5	11,5	11,4	11,46	0,114
8	11,5	11,5	11,4	11,3	11,7	11,48	0,1483
9	11,3	11,5	11,4	11,6	11,5	11,46	0,114
10	11,5	11,5	11,5	11,5	11,6	11,52	0,0447
11	11,6	11,5	11,4	11,6	11,5	11,52	0,0837
12	11,6	11,6	11,5	11,5	11,5	11,54	0,0548
13	11,3	11,4	11,5	11,5	11,5	11,44	0,0894
14	11,5	11,3	11,4	11,6	11,5	11,46	0,114
15	11,3	11,3	11,4	11,5	11,7	11,44	0,1673
16	11,5	11,5	11,4	11,5	11,6	11,5	0,0707
17	11,7	11,5	11,3	11,6	11,5	11,52	0,1483
18	11,7	11,5	11,7	11,4	11,4	11,54	0,1517
19	11,3	11,7	11,5	11,5	11,6	11,52	0,1483
20	11,6	11,5	11,4	11,7	11,5	11,54	0,114

X = 11,496
S = 0,12020294

Gráfico X
LSC = X+A3S = 11,57774
LCC = X = 11,496
LIC = X-A3S = 11,41426

n	A3	B3	B4
17	0,739	0,466	1,534
18	0,718	0,482	1,518
19	0,698	0,497	1,503
20	0,680	0,510	1,490

Gráfico S
LSC = B4S = 0,179102
LCC = S = 0,120203
LIC = B3S = 0,061303

Fuente: Original

Tabla XV. Tabla de Control por atributos (recipiente plástico mediano)

HOJA DE INSPECCION					
GRAFICOS POR ATRIBUTOS					
Envase				Fecha:	
Recipiente Plástico Mediano (Impresión)				ene-06	
Máquina No.				Elaborado por:	
Máquina No. 1				Enma Padilla	
Hora	Tamaño de la muestra	# de artículos defectuosos	Fracción de defectuosos	3 sigma	Comentarios
1	100	1	0,0100	0,04061	
2	100	1	0,0100	0,04061	
3	100	2	0,0200	0,04061	
4	100	4	0,0400	0,04061	
5	100	2	0,0200	0,04061	
6	100	2	0,0200	0,04061	
7	100	1	0,0100	0,04061	
8	100	2	0,0200	0,04061	
9	100	3	0,0300	0,04061	
10	100	3	0,0300	0,04061	
11	100	2	0,0200	0,04061	
12	100	4	0,0400	0,04061	
13	100	1	0,0100	0,04061	
14	100	2	0,0200	0,04061	
15	100	1	0,0100	0,04061	
16	100	4	0,0400	0,04061	
17	100	3	0,0300	0,04061	
18	100	2	0,0200	0,04061	
19	100	2	0,0200	0,04061	
20	100	3	0,0300	0,04061	
Sumatoria	2000	45	0,4500		
P =	0,0225				
C =	2,25				
Gráfico P		LSC = $P + 3 P(1-P)/n =$		0,06311	
		LCC = $P =$		0,0225	
		LIC = $P - 3 P(1-P)/n =$		-0,01811	
Gráfico C		LSC = $C + 3 C =$		6,75	
		LCC = $C =$		2,25	
		LIC = $C - 3 C =$		-2,25	

Fuente: Original

Tabla XVI. Tabla de Control por variables X-R (recipiente plástico grande)

PLANILLA DE INSPECCIÓN GRAFICOS POR VARIABLES X-R

Envase
Recipiente Plástico Grande

Fecha:
Ene-06

Máquina No.
Máquina no. 1

Elaborado por:
Enma Padilla

Muestra	Observaciones					X	R
1	50	50	50	51	51	50.4	1
2	51	50	51	50	52	50.8	2
3	49	50	49	50	51	49.8	2
4	49	50	50	51	50	50	2
5	50	51	50	49	50	50	2
6	50	48	49	51	51	49.8	3
7	51	51	50	50	50	50.4	1
8	50	50	51	51	50	50.4	1
9	50	48	50	51	51	50	3
10	50	50	51	50	49	50	2
11	50	51	52	51	50	50.8	2
12	51	50	51	51	51	50.8	1
13	49	49	50	50	52	50	3
14	51	50	50	50	51	50.4	1
15	49	49	49	52	52	50.2	3
16	50	51	51	51	49	50.4	2
17	49	51	52	50	50	50.4	3
18	50	50	51	50	50	50.2	1
19	49	50	51	50	52	50.4	3
20	50	50	51	50	52	50.6	2

X = 50.29
R = 2

Gráfico X
LSC = X+A2R = 50.65
LCC = X = 50.29
LIC = X-A2R = 49.93

n	A2	D3	D4
17	0.203	0.378	1.622
18	0.194	0.391	1.608
19	0.187	0.403	1.597
20	0.180	0.415	1.585

Gráfico R
LSC = D4R = 3.17
LCC = R = 2
LIC = D3R = 0.83

Fuente: Original

Tabla XVII. Tabla de Control por variables X-S (recipiente plástico grande)

PLANILLA DE INSPECCIÓN GRAFICOS POR VARIABLES X-S

Envase
Recipiente Plástico Grande

Fecha:
Ene-06

Máquina No.
Máquina no. 1

Elaborado por:
Enma Padilla

Muestra	Observaciones					X	s
1	50	50	50	51	51	50.4	0.5477
2	51	50	51	50	52	50.8	0.8367
3	49	50	49	50	51	49.8	0.8367
4	49	50	50	51	50	50	0.7071
5	50	51	50	49	50	50	0.7071
6	50	48	49	51	51	49.8	1.3038
7	51	51	50	50	50	50.4	0.5477
8	50	50	51	51	50	50.4	0.5477
9	50	48	50	51	51	50	1.2247
10	50	50	51	50	49	50	0.7071
11	50	51	52	51	50	50.8	0.8367
12	51	50	51	51	51	50.8	0.4472
13	49	49	50	50	52	50	1.2247
14	51	50	50	50	51	50.4	0.5477
15	49	49	49	52	52	50.2	1.6432
16	50	51	51	51	49	50.4	0.8944
17	49	51	52	50	50	50.4	1.1402
18	50	50	51	50	50	50.2	0.4472
19	49	50	51	50	52	50.4	1.1402
20	50	50	51	50	52	50.6	0.8944

X = 50.29
S = 0.85911605

Gráfico X
LSC = $X + A3S$ = 50.8742
LCC = X = 50.29
LIC = $X - A3S$ = 49.7058

n	A3	B3	B4
17	0.739	0.466	1.534
18	0.718	0.482	1.518
19	0.698	0.497	1.503
20	0.680	0.510	1.490

Gráfico S
LSC = $B4S$ = 1.280083
LCC = S = 0.859116
LIC = $B3S$ = 0.438149

Fuente: Original

Tabla XVIII. Tabla de Control por atributos (recipiente plástico grande)

HOJA DE INSPECCION					
GRAFICOS POR ATRIBUTOS					
Envase				Fecha:	
Recipiente Plástico Grande (Impresión)				ene-06	
Máquina No.				Elaborado por:	
Máquina No. 1				Enma Padilla	
Hora	Tamaño de la muestra	# de artículos defectuosos	Fracción de defectuosos	3 sigma	Comentarios
1	75	2	0,0267	0,04570	
2	75	2	0,0267	0,04570	
3	75	1	0,0133	0,04570	
4	75	3	0,0400	0,04570	
5	75	1	0,0133	0,04570	
6	75	1	0,0133	0,04570	
7	75	2	0,0267	0,04570	
8	75	1	0,0133	0,04570	
9	75	4	0,0533	0,04570	
10	75	4	0,0533	0,04570	
11	75	1	0,0133	0,04570	
12	75	3	0,0400	0,04570	
13	75	2	0,0267	0,04570	
14	75	1	0,0133	0,04570	
15	75	2	0,0267	0,04570	
16	75	3	0,0400	0,04570	
17	75	4	0,0533	0,04570	
18	75	1	0,0133	0,04570	
19	75	1	0,0133	0,04570	
20	75	4	0,0533	0,04570	
Sumatoria	1500	43	0,5733		
P =	0,028666667				
C =	2,15				
Gráfico P		LSC = $P + 3 P(1-P)/n =$		0,07437	
		LCC = $P =$		0,028666667	
		LIC = $P - 3 P(1-P)/n =$		-0,01703	
Gráfico C		LSC = $C + 3 C =$		6,54886349	
		LCC = $C =$		2,15	
		LIC = $C - 3 C =$		-2,24886349	

Fuente: Original

Tabla XIX. Tabla de Control por variables X-R (tapadera plástica pequeña)

**PLANILLA DE INSPECCIÓN
GRAFICOS POR VARIABLES X-R**

Envase
Tapadera Plástica Pequeña

Fecha:
Ene-06

Máquina No.
Máquina no. 1

Elaborado por:
Enma Padilla

Muestra	Observaciones					X	R
1	7.5	7.5	7.4	7.5	7.6	7.5	0.2
2	7.6	7.5	7.4	7.4	7.6	7.5	0.2
3	7.6	7.6	7.5	7.6	7.5	7.56	0.1
4	7.5	7.5	7.6	7.5	7.5	7.52	0.1
5	7.6	7.6	7.5	7.5	7.4	7.52	0.2
6	7.6	7.5	7.4	7.5	7.5	7.5	0.2
7	7.6	7.6	7.5	7.5	7.6	7.56	0.1
8	7.7	7.5	7.5	7.4	7.5	7.52	0.3
9	7.6	7.6	7.5	7.5	7.5	7.54	0.1
10	7.5	7.5	7.6	7.5	7.5	7.52	0.1
11	7.6	7.5	7.6	7.5	7.5	7.54	0.1
12	7.5	7.5	7.6	7.5	7.5	7.52	0.1
13	7.4	7.5	7.4	7.5	7.7	7.5	0.3
14	7.5	7.6	7.5	7.6	7.6	7.56	0.1
15	7.5	7.5	7.6	7.5	7.5	7.52	0.1
16	7.6	7.6	7.5	7.5	7.5	7.54	0.1
17	7.5	7.5	7.6	7.5	7.7	7.56	0.2
18	7.6	7.7	7.5	7.5	7.5	7.56	0.2
19	7.5	7.5	7.6	7.5	7.5	7.52	0.1
20	7.6	7.5	7.6	7.5	7.6	7.56	0.1

X = 7.531
R = 0.15

Gráfico X
LSC = X+A2R = 7.558
LCC = X = 7.531
LIC = X-A2R = 7.504

n	A2	D3	D4
17	0.203	0.378	1.622
18	0.194	0.391	1.608
19	0.187	0.403	1.597
20	0.180	0.415	1.585

Gráfico R
LSC = D4R = 0.23775
LCC = R = 0.15
LIC = D3R = 0.06225

Fuente: Original

Tabla XX. Tabla de Control por variables X-S (tapadera plástica pequeña)

PLANILLA DE INSPECCIÓN GRAFICOS POR VARIABLES X-S

Envase
Tapadera Plástica Pequeña

Fecha:
Ene-06

Máquina No.
Máquina no. 1

Elaborado por:
Enma Padilla

Muestra	Observaciones					X	s
1	7.5	7.5	7.4	7.5	7.6	7.5	0.0707
2	7.6	7.5	7.4	7.4	7.6	7.5	0.1
3	7.6	7.6	7.5	7.6	7.5	7.56	0.0548
4	7.5	7.5	7.6	7.5	7.5	7.52	0.0447
5	7.6	7.6	7.5	7.5	7.4	7.52	0.0837
6	7.6	7.5	7.4	7.5	7.5	7.5	0.0707
7	7.6	7.6	7.5	7.5	7.6	7.56	0.0548
8	7.7	7.5	7.5	7.4	7.5	7.52	0.1095
9	7.6	7.6	7.5	7.5	7.5	7.54	0.0548
10	7.5	7.5	7.6	7.5	7.5	7.52	0.0447
11	7.6	7.5	7.6	7.5	7.5	7.54	0.0548
12	7.5	7.5	7.6	7.5	7.5	7.52	0.0447
13	7.4	7.5	7.4	7.5	7.7	7.5	0.1225
14	7.5	7.6	7.5	7.6	7.6	7.56	0.0548
15	7.5	7.5	7.6	7.5	7.5	7.52	0.0447
16	7.6	7.6	7.5	7.5	7.5	7.54	0.0548
17	7.5	7.5	7.6	7.5	7.7	7.56	0.0894
18	7.6	7.7	7.5	7.5	7.5	7.56	0.0894
19	7.5	7.5	7.6	7.5	7.5	7.52	0.0447
20	7.6	7.5	7.6	7.5	7.6	7.56	0.0548

X = 7.531
S = 0.06715022

Gráfico X
LSC = X+A3S = 7.576662
LCC = X = 7.531
LIC = X-A3S = 7.485338

n	A3	B3	B4
17	0.739	0.466	1.534
18	0.718	0.482	1.518
19	0.698	0.497	1.503
20	0.680	0.510	1.490

Gráfico S
LSC = B4S = 0.100054
LCC = S = 0.06715
LIC = B3S = 0.034247

Fuente: Original

Tabla XXI. Tabla de Control por atributos (tapadera plástica pequeña)

HOJA DE INSPECCION					
GRAFICOS POR ATRIBUTOS					
Envase				Fecha:	
Tapadera Plástica Pequeña (Ajuste)				ene-06	
Máquina No.				Elaborado por:	
Máquina No. 1				Enma Padilla	
Hora	Tamaño de la muestra	# de artículos defectuosos	Fracción de defectuosos	3 sigma	Comentarios
1	125	3	0,0240	0,04017	
2	125	3	0,0240	0,04017	
3	125	2	0,0160	0,04017	
4	125	2	0,0160	0,04017	
5	125	2	0,0160	0,04017	
6	125	3	0,0240	0,04017	
7	125	2	0,0160	0,04017	
8	125	3	0,0240	0,04017	
9	125	4	0,0320	0,04017	
10	125	3	0,0240	0,04017	
11	125	3	0,0240	0,04017	
12	125	2	0,0160	0,04017	
13	125	4	0,0320	0,04017	
14	125	4	0,0320	0,04017	
15	125	3	0,0240	0,04017	
16	125	2	0,0160	0,04017	
17	125	4	0,0320	0,04017	
18	125	3	0,0240	0,04017	
19	125	2	0,0160	0,04017	
20	125	1	0,0080	0,04017	
Sumatoria	2500	55	0,4400		
P =	0,022				
C =	2,75				
Gráfico P		LSC = $P + 3 P(1-P)/n =$		0,06217	
		LCC = $P =$		0,022	
		LIC = $P - 3 P(1-P)/n =$		-0,01817	
Gráfico C		LSC = $C + 3 C =$		7,724937186	
		LCC = $C =$		2,75	
		LIC = $C - 3 C =$		-2,224937186	

Fuente: Original

Tabla XXII. Tabla de Control por variables X-R (tapadera plástica mediana)

**PLANILLA DE INSPECCIÓN
GRAFICOS POR VARIABLES X-R**

Envase
Tapadera Plástica Mediana

Fecha:
Ene-06

Máquina No.
Máquina no. 1

Elaborado por:
Enma Padilla

Muestra	Observaciones					X	R
1	11.5	11.6	11.5	11.3	11.5	11.48	0.3
2	11.4	11.5	11.6	11.3	11.5	11.46	0.3
3	11.3	11.7	11.5	11.5	11.7	11.54	0.4
4	11.5	11.5	11.6	11.7	11.3	11.52	0.4
5	11.7	11.5	11.3	11.6	11.5	11.52	0.3
6	11.7	11.5	11.7	11.4	11.4	11.54	0.4
7	11.3	11.7	11.5	11.5	11.6	11.52	0.3
8	11.3	11.3	11.5	11.5	11.6	11.44	0.4
9	11.7	11.5	11.3	11.6	11.5	11.52	0.3
10	11.5	11.5	11.5	11.5	11.6	11.52	0.1
11	11.6	11.5	11.4	11.6	11.5	11.52	0.2
12	11.3	11.3	11.5	11.5	11.6	11.44	0.3
13	11.5	11.7	11.7	11.3	11.5	11.54	0.4
14	11.3	11.6	11.5	11.5	11.4	11.46	0.3
15	11.5	11.5	11.4	11.3	11.7	11.48	0.4
16	11.3	11.5	11.4	11.6	11.5	11.46	0.3
17	11.7	11.5	11.3	11.6	11.5	11.52	0.4
18	11.7	11.5	11.7	11.4	11.4	11.54	0.3
19	11.3	11.7	11.5	11.5	11.6	11.52	0.4
20	11.6	11.5	11.4	11.7	11.5	11.54	0.3

X = 11.504
R = 0.325

Gráfico X
LSC = X+A2R = 11.5625
LCC = X = 11.504
LIC = X-A2R = 11.4455

n	A2	D3	D4
17	0.203	0.378	1.622
18	0.194	0.391	1.608
19	0.187	0.403	1.597
20	0.180	0.415	1.585

Gráfico R
LSC = D4R = 0.515125
LCC = R = 0.325
LIC = D3R = 0.134875

Fuente: Original

Tabla XXIII. Tabla de Control por variables X-S (tapadera plástica mediana)

PLANILLA DE INSPECCIÓN GRAFICOS POR VARIABLES X-S

Envase
Tapadera Plástica Mediana

Fecha:
Ene-06

Máquina No.
Máquina no. 1

Elaborado por:
Enma Padilla

Muestra	Observaciones					X	s
1	11.5	11.6	11.5	11.3	11.5	11.48	0.1095
2	11.4	11.5	11.6	11.3	11.5	11.46	0.114
3	11.3	11.7	11.5	11.5	11.7	11.54	0.1673
4	11.5	11.5	11.6	11.7	11.3	11.52	0.1483
5	11.7	11.5	11.3	11.6	11.5	11.52	0.1483
6	11.7	11.5	11.7	11.4	11.4	11.54	0.1517
7	11.3	11.7	11.5	11.5	11.6	11.52	0.1483
8	11.3	11.3	11.5	11.5	11.6	11.44	0.1342
9	11.7	11.5	11.3	11.6	11.5	11.52	0.1483
10	11.5	11.5	11.5	11.5	11.6	11.52	0.0447
11	11.6	11.5	11.4	11.6	11.5	11.52	0.0837
12	11.3	11.3	11.5	11.5	11.6	11.44	0.1342
13	11.5	11.7	11.7	11.3	11.5	11.54	0.1673
14	11.3	11.6	11.5	11.5	11.4	11.46	0.114
15	11.5	11.5	11.4	11.3	11.7	11.48	0.1483
16	11.3	11.5	11.4	11.6	11.5	11.46	0.114
17	11.7	11.5	11.3	11.6	11.5	11.52	0.1483
18	11.7	11.5	11.7	11.4	11.4	11.54	0.1517
19	11.3	11.7	11.5	11.5	11.6	11.52	0.1483
20	11.6	11.5	11.4	11.7	11.5	11.54	0.114

X = 11.504
S = 0.13192885

Gráfico X
LSC = X+A3S = 11.59371
LCC = X = 11.504
LIC = X-A3S = 11.41429

n	A3	B3	B4
17	0.739	0.466	1.534
18	0.718	0.482	1.518
19	0.698	0.497	1.503
20	0.680	0.510	1.490

Gráfico S
LSC = B4S = 0.196574
LCC = S = 0.131929
LIC = B3S = 0.067284

Fuente: Original

Tabla XIV. Tabla de Control por atributos (tapadera plástica mediana)

HOJA DE INSPECCION					
GRAFICOS POR ATRIBUTOS					
Envase				Fecha:	
Tapadera Plástica Mediana (Color)				ene-06	
Máquina No.				Elaborado por:	
Máquina No. 1				Enma Padilla	
Hora	Tamaño de la muestra	# de artículos defectuosos	Fracción de defectuosos	3 sigma	Comentarios
1	100	1	0,0100	0,02115	
2	100	1	0,0100	0,02115	
3	100	0	0,0000	0,02115	
4	100	0	0,0000	0,02115	
5	100	0	0,0000	0,02115	
6	100	1	0,0100	0,02115	
7	100	1	0,0100	0,02115	
8	100	0	0,0000	0,02115	
9	100	1	0,0100	0,02115	
10	100	0	0,0000	0,02115	
11	100	0	0,0000	0,02115	
12	100	0	0,0000	0,02115	
13	100	1	0,0100	0,02115	
14	100	1	0,0100	0,02115	
15	100	1	0,0100	0,02115	
16	100	0	0,0000	0,02115	
17	100	1	0,0100	0,02115	
18	100	2	0,0200	0,02115	
19	100	1	0,0100	0,02115	
20	100	0	0,0000	0,02115	
Sumatoria	2000	12	0,1200		
P =	0,006				
C =	0,6				
Gráfico P		LSC = $P + 3 P(1-P)/n =$		0,02715	
		LCC = $P =$		0,006	
		LIC = $P - 3 P(1-P)/n =$		-0,01515	
Gráfico C		LSC = $C + 3 C =$		2,923790008	
		LCC = $C =$		0,6	
		LIC = $C - 3 C =$		-1,723790008	

Fuente: Original

Tabla XV. Tabla de Control por variables X-R (tapadera plástica grande)

PLANILLA DE INSPECCIÓN GRAFICOS POR VARIABLES X-R

Envase
Tapadera Plástica Grande

Fecha:
Ene-06

Máquina No.
Máquina no. 1

Elaborado por:
Enma Padilla

Muestra	Observaciones					X	R
1	7	7.1	6.8	7.1	6.9	6.98	0.3
2	7.1	6.8	6.9	7	7	6.96	0.3
3	6.9	6.9	7	7	7.1	6.98	0.2
4	6.8	7.2	7	7.1	7.1	7.04	0.4
5	6.8	7	7	7.1	7	6.98	0.3
6	6.9	7	6.8	7	7.1	6.96	0.3
7	7	7.1	6.9	6.9	7.2	7.02	0.3
8	7	7.1	7.1	7	6.9	7.02	0.2
9	7	7.1	7.2	6.8	6.9	7	0.4
10	7	6.9	6.9	7.2	7.2	7.04	0.3
11	7	7.1	6.8	7.1	6.9	6.98	0.3
12	7.1	6.8	6.9	7	7	6.96	0.3
13	7.2	7	7	7	6.9	7.02	0.3
14	7	6.9	7	6.9	7	6.96	0.1
15	7.1	6.9	6.9	7.1	7	7	0.2
16	7	7	7	7	6.8	6.96	0.4
17	7	7	6.9	6.9	7	6.96	0.3
18	7.1	7	7	7	7	7.02	0.3
19	7	7.1	7.2	6.8	6.9	7	0.3
20	7	7.1	7.1	7	6.9	7.02	0.2

X = 6.993
R = 0.285

Gráfico X
LSC = X+A2R = 7.0443
LCC = X = 6.993
LIC = X-A2R = 6.9417

n	A2	D3	D4
17	0.203	0.378	1.622
18	0.194	0.391	1.608
19	0.187	0.403	1.597
20	0.180	0.415	1.585

Gráfico R
LSC = D4R = 0.451725
LCC = R = 0.285
LIC = D3R = 0.118275

Fuente: Original

Tabla XXVI. Tabla de Control por variables X-S (tapadera plástica grande)

PLANILLA DE INSPECCIÓN GRAFICOS POR VARIABLES X-S

Envase
Tapadera Plástica Grande

Fecha:
Ene-06

Máquina No.
Máquina no. 1

Elaborado por:
Enma Padilla

Muestra	Observaciones					X	s
1	7	7.1	6.8	7.1	6.9	6.98	0.1304
2	7.1	6.8	6.9	7	7	6.96	0.114
3	6.9	6.9	7	7	7.1	6.98	0.0837
4	6.8	7.2	7	7.1	7.1	7.04	0.1517
5	6.8	7	7	7.1	7	6.98	0.1095
6	6.9	7	6.8	7	7.1	6.96	0.114
7	7	7.1	6.9	6.9	7.2	7.02	0.1304
8	7	7.1	7.1	7	6.9	7.02	0.0837
9	7	7.1	7.2	6.8	6.9	7	0.1581
10	7	6.9	6.9	7.2	7.2	7.04	0.1517
11	7	7.1	6.8	7.1	6.9	6.98	0.1304
12	7.1	6.8	6.9	7	7	6.96	0.114
13	7.2	7	7	7	6.9	7.02	0.1095
14	7	6.9	7	6.9	7	6.96	0.0548
15	7.1	6.9	6.9	7.1	7	7	0.1
16	7	7	7	7	6.8	6.96	0.0894
17	7	7	6.9	6.9	7	6.96	0.0548
18	7.1	7	7	7	7	7.02	0.0447
19	7	7.1	7.2	6.8	6.9	7	0.1581
20	7	7.1	7.1	7	6.9	7.02	0.0837

X = 6.993
S = 0.10832716

Gráfico X
LSC = X+A3S = 7.066662
LCC = X = 6.993
LIC = X-A3S = 6.919338

n	A3	B3	B4
17	0.739	0.466	1.534
18	0.718	0.482	1.518
19	0.698	0.497	1.503
20	0.680	0.510	1.490

Gráfico S
LSC = B4S = 0.161407
LCC = S = 0.108327
LIC = B3S = 0.055247

Fuente: Original

Tabla XXVII. Tabla de Control por atributos (tapadera plástica grande)

HOJA DE INSPECCION					
GRAFICOS POR ATRIBUTOS					
Envase				Fecha:	
Tapadera Plástica Grande (Ajuste)				ene-06	
Máquina No.				Elaborado por:	
Máquina No. 1				Enma Padilla	
Hora	Tamaño de la muestra	# de artículos defectuosos	Fracción de defectuosos	3 sigma	Comentarios
1	75	1	0,0133	0,04465	
2	75	3	0,0400	0,04465	
3	75	2	0,0267	0,04465	
4	75	4	0,0533	0,04465	
5	75	1	0,0133	0,04465	
6	75	2	0,0267	0,04465	
7	75	4	0,0533	0,04465	
8	75	2	0,0267	0,04465	
9	75	3	0,0400	0,04465	
10	75	1	0,0133	0,04465	
11	75	2	0,0267	0,04465	
12	75	0	0,0000	0,04465	
13	75	0	0,0000	0,04465	
14	75	1	0,0133	0,04465	
15	75	2	0,0267	0,04465	
16	75	4	0,0533	0,04465	
17	75	4	0,0533	0,04465	
18	75	3	0,0400	0,04465	
19	75	2	0,0267	0,04465	
20	75	0	0,0000	0,04465	
Sumatoria	1500	41	0,5467		
P =	0,027333333				
C =	2,05				
Gráfico P		LSC = $P + 3 P(1-P)/n =$		0,07199	
		LCC = $P =$		0,027333333	
		LIC = $P - 3 P(1-P)/n =$		-0,01732	
Gráfico C		LSC = $C + 3 C =$		6,345346319	
		LCC = $C =$		2,05	
		LIC = $C - 3 C =$		-2,245346319	

Fuente: Original

3.2.1.1.1. Gráficos de control

Todo grafico de control se aplica en rasgos importantes de los productos, en parámetros claves, donde exista la oportunidad de reducir costos y eliminar problemas existentes en el proceso, por consiguiente los gráficos dentro de la empresa deben ser elaborados por personas que tenga el control directo de las variables que se están graficando.

Por lo tanto, los representantes del proceso recopilarán los datos y proporcionará al personal de producción la orientación para servir de ayuda en el proceso de control y tener la capacidad de obtener muestras para las revisiones correspondientes. La responsabilidad de la calidad está en el personal operativo y los representantes del proceso quienes tendrán que resolver los problemas inmediatamente después que se detecten. Consecuentemente, la supervisión del departamento, la de control de calidad y mantenimiento están obligados a apoyar al personal operativo para la resolución de sus problemas lo antes posible.

El objetivo final de realizar los gráficos para controlar estadísticamente el proceso es evitar producir artículos que no cumplen con los requerimientos del proceso, que luego sean rechazadas por el personal de producción de procesos subsiguientes o por el personal de control de calidad.

Para lograr evitar retrasos en la producción y que el producto se rechace por la mala calidad, el departamento de extrusión deberá trabajar y realizar la extrusión de acuerdo a las normas para poder brindar un producto que esté en buenas condiciones para así poder pasar la lámina a la máquina termoformadora, y ulteriormente la máquina termoformadora debe generar productos de buena calidad para obtener el producto terminado o pasarlo a la máquina impresora.

3.2.1.1.1.1. Gráficos por variables

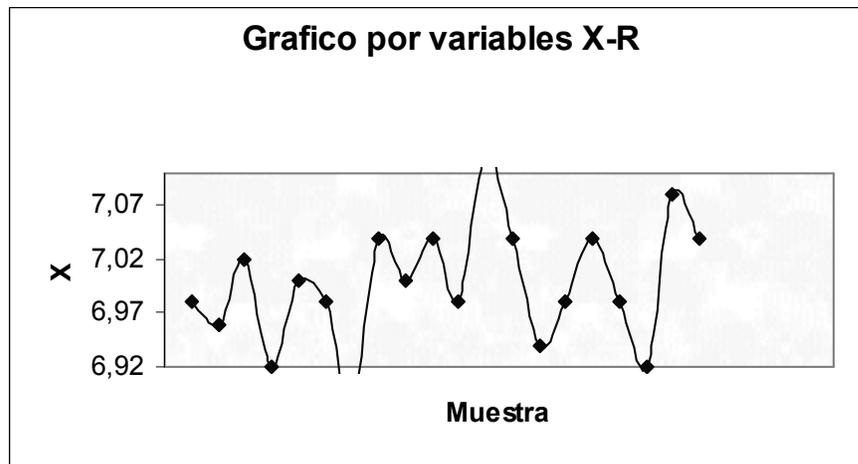
Todo gráfico proporciona una visión más amplia y clara de lo que está pasando con los datos recolectados dentro de una operación cualquiera. Más aún, un gráfico de control ayuda a verificar que una actividad, o bien un conjunto de actividades en el proceso, funcionen correctamente a través de un minucioso control de calidad de las variables críticas dentro del proceso de producción.

Los gráficos de control estadístico de calidad se convertirán de ahora en adelante en una rutina diaria en cada uno de los pedidos demandados a la empresa, tanto para asegurar la calidad de los productos que ofertamos al cliente así como para crear un reconocimiento a la empresa dentro del mercado potencial; además de presentar los debidos informes de los gráficos.

3.2.1.1.1.1.1. Gráfico de control de medias

Como se va a observar a continuación se presentan la serie de gráficos que se obtuvieron de la serie de datos recopilados en la producción de cada uno de los recipientes plásticos incorporados en el estudio de calidad presentado. En las gráficas se percibe que la línea superior indica el Límite de Control Superior, LSC, y la línea inferior indica el Límite de Control Inferior, LIC. Por lo tanto, todos los puntos fuera del rango indican que el producto no satisface los requerimientos establecidos para el producto.

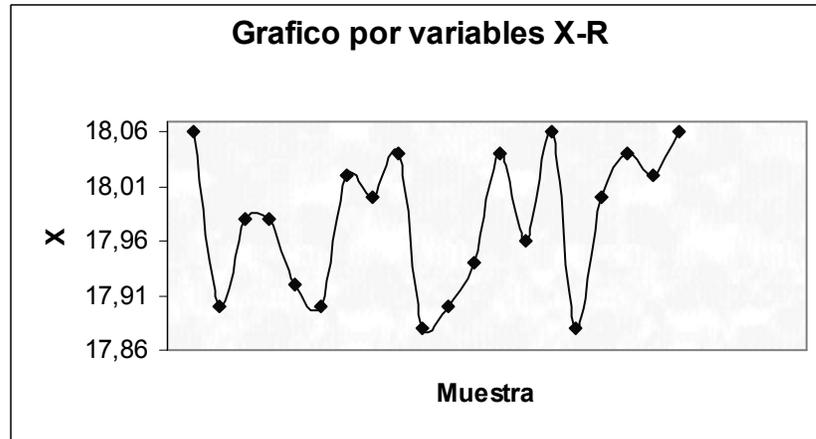
Figura 31. Gráfico de control de medias (vaso plástico No. 7)



Fuente: Original

En esta gráfica dos puntos se encuentran fuera del rango de control, por lo que se procedió a indagar sobre las causas de este comportamiento en la gráfica, con lo que se pudo establecer que las causas son asignables.

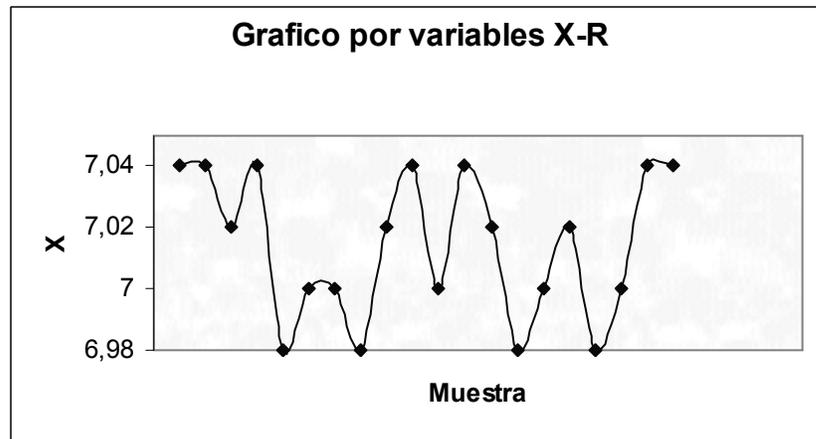
Figura 32. Gráfico de control de medias (plato plástico No. 9)



Fuente: Original

En esta gráfica todos los puntos se encuentran dentro del rango de control establecido, por lo tanto se dice que el proceso satisface los requerimientos de producción.

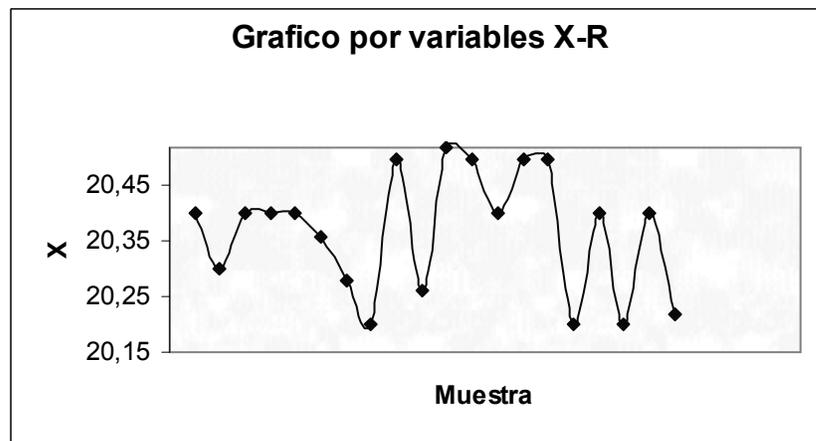
Figura 33. Gráfico de Control de medias (plato con divisiones)



Fuente: Original

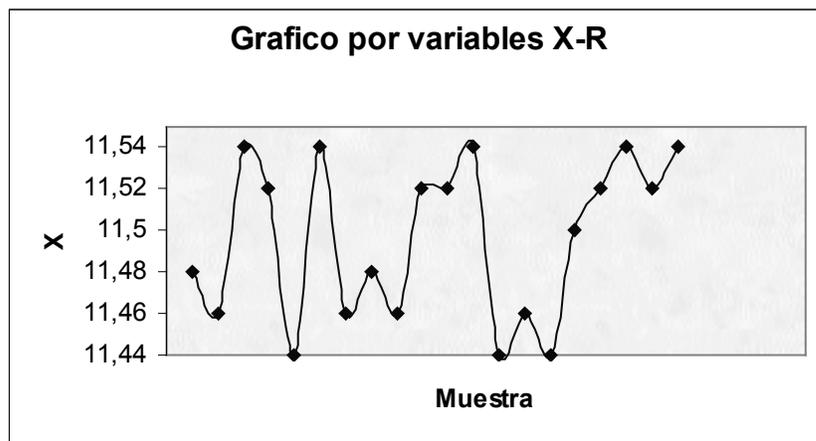
Como se muestra en esta gráfica todos los puntos se encuentran dentro del rango de control establecido, por lo tanto se dice que el proceso de platos con divisiones satisface enteramente los requerimientos de producción establecidos.

Figura 34. Gráfico de control de medias (recipiente plástico pequeño)



Fuente: Original

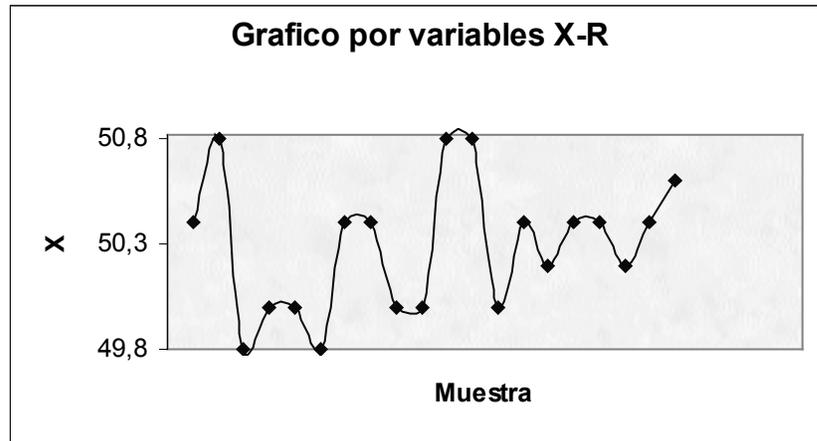
Figura 35. Gráfico de control de medias (recipiente plástico mediano)



Fuente: Original

En las dos gráficas anteriores se puede observar que todos los datos recolectados corresponden a puntos que se localizan dentro del rango de control establecido, por lo tanto se dice que los procesos representados satisfacen completamente los requerimientos de producción.

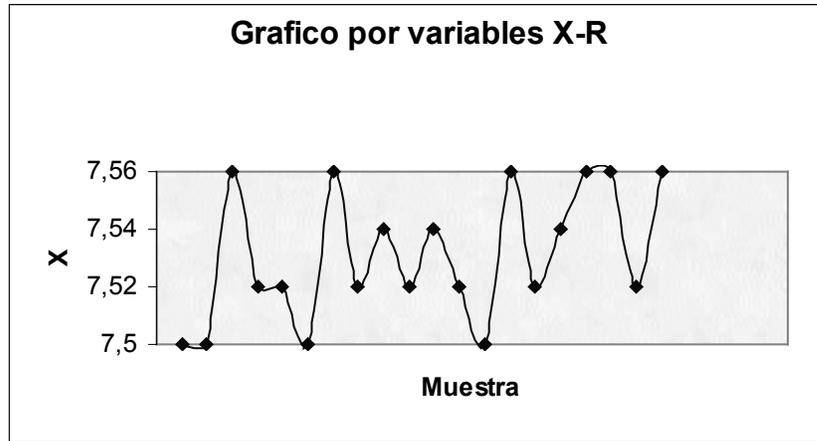
Figura 36. Gráfico de control de medias (recipiente plástico grande)



Fuente: Original

Todos los puntos se encuentran dentro del rango de control establecido, por lo tanto se dice que el proceso satisface los requerimientos de producción.

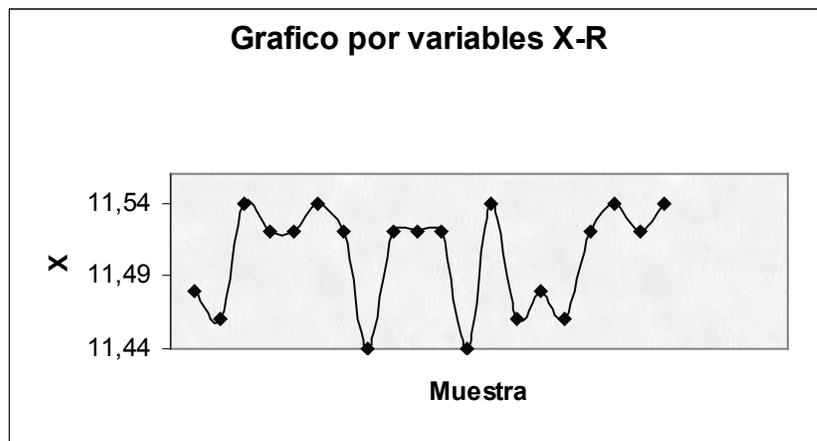
Figura 37. Gráfico de control de medias (tapadera plástica pequeña)



Fuente: Original

En esta gráfica todos los datos recolectados corresponden a puntos que se localizan dentro del rango de control establecido, por lo tanto se concluye que el proceso se encuentra bajo control estadístico de calidad satisfaciendo completamente los requerimientos de producción.

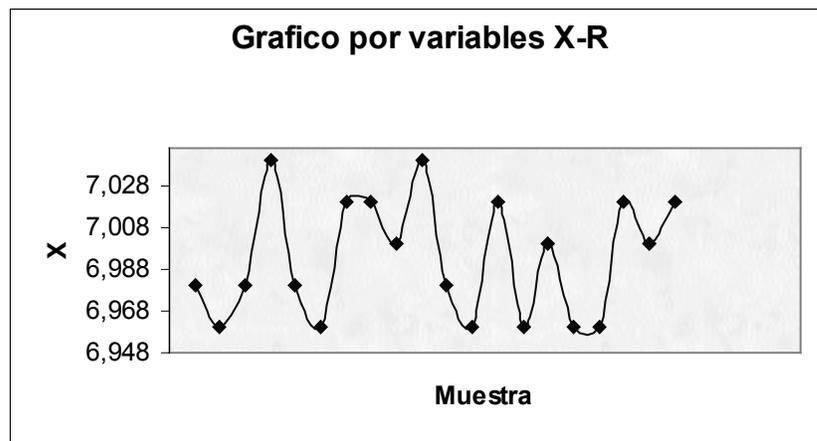
Figura 38. Gráfico de control de medias (tapadera plástica mediana)



Fuente: Original

En esta gráfica todos los puntos se encuentran dentro del rango de control establecido, por lo tanto se dice que el proceso también satisface los requerimientos de producción.

Figura 39. Gráfico de control de medias (tapadera plástica grande)



Fuente: Original

Acá los puntos se encuentran dentro del rango de control establecido, por lo tanto se puede concluir que el proceso satisface los requerimientos de producción de acuerdo a la media.

3.2.1.1.1.1.2. Gráfico de control de rangos

Tal como se especificó el área de gráfico en el apartado anterior, así es como se trabajará de aquí en adelante, con el LSC en la línea superior y el LIC en la línea inferior.

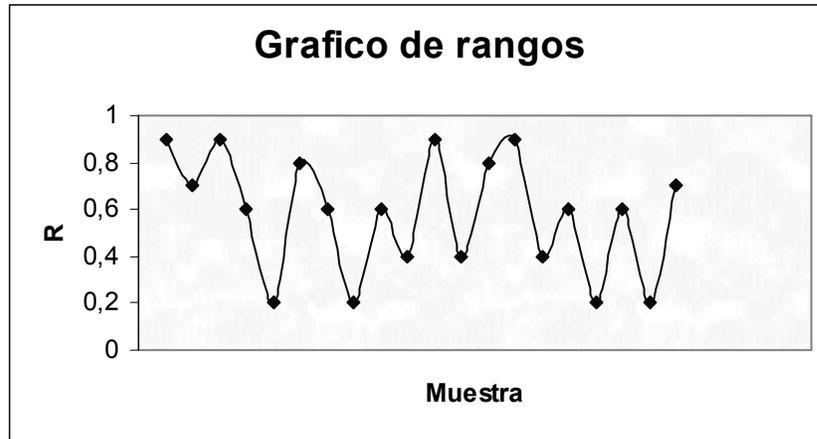
Figura 40. Gráfico de control de rangos (vaso plástico No. 7)



Fuente: Original

En esta gráfica todos los puntos se pueden observar dentro del rango de control establecido, por lo tanto se concluye que los recipientes plásticos pequeños obedecen a los requerimientos determinados de producción.

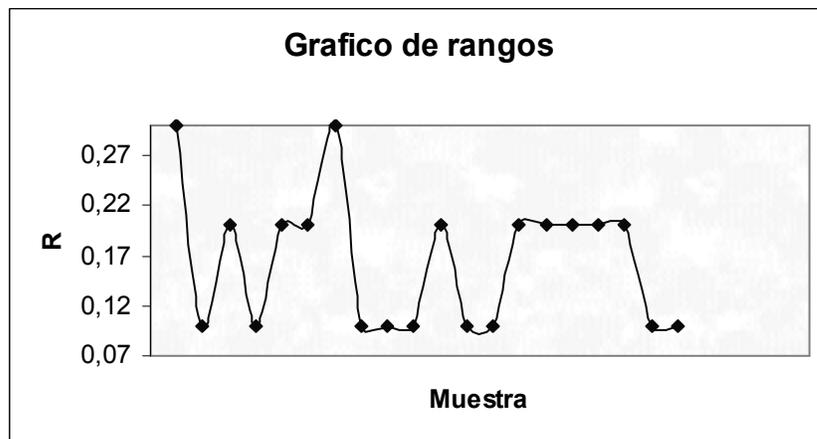
Figura 41. Gráfico de control de rangos (plato plástico No. 9)



Fuente: Original

Aunque la variabilidad de rangos es muy evidente en esta gráfica, esto solo nos demuestra que en todo proceso hay variabilidad, ya que un producto varía en cuanto a sus especificaciones, sin embargo se puede observar que todos los puntos se encuentran dentro del rango estimado de control estadístico.

Figura 42. Gráfico de control de rangos (plato plástico con divisiones)



Fuente: Original

Con respecto a la gráfica de rangos del plato plástico con divisiones, se puede observar que la variabilidad es menor que la observada anteriormente, como en todo proceso hay cambios en los puntos graficados, sin embargo, algo alentador es que hay repeticiones de puntos, lo cual nos indica que los productos son elaborados respetando una media establecida para asegurar la calidad de los platos en referencia.

Figura 43. Gráfico de control de rangos (recipiente plástico pequeño)



Fuente: Original

A pesar de que se pueden observar puntos que representan cambios apremiantes, esto no altera el control que se lleva en los productos, debido a que si se encuentran ubicados dentro del rango permitido para los productos, sin embargo es muy notorio que se deben evaluar la variabilidad en el rango de estos recipientes, para poder asegurar que esta variabilidad no afecta sustancialmente la calidad de los productos.

Figura 44. Gráfico de control de rangos (recipiente plástico mediano)

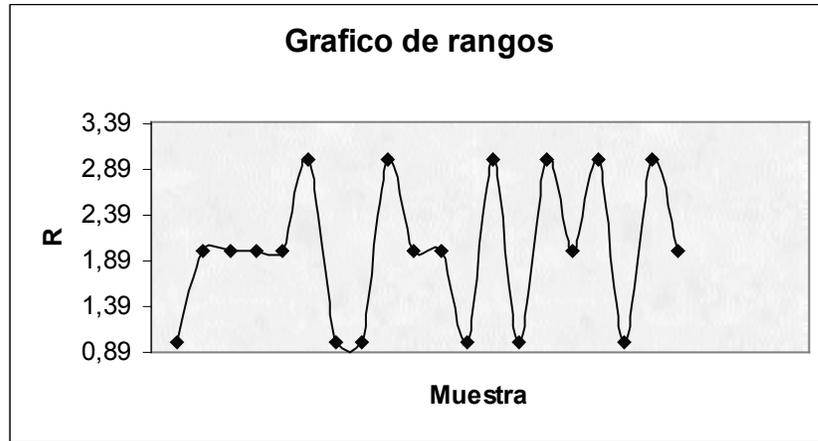


Fuente: Original

Este patrón sugiere un cambio constante en el rango de las especificaciones del producto, lo cual considera un cambio puntual en los datos recolectados, no obstante este cambio se mantiene dentro de un rango estrecho, lo cual asegura que los recipientes medianos, si se encuentran dentro del área permitida para el gráfico, deduciendo así que el producto está bajo control estadístico con respecto al rango de los productos.

En la gráfica de control de rangos de los recipientes plásticos grandes se puede observar, tal y como se percibió en la gráfica de recipientes pequeños un constante cambio en el rango de los productos elaborados, tales cambios se encuentran bajo control, sin embargo un análisis minucioso sobre el comportamiento de la variabilidad de estos productos es recomendado.

Figura 45. Gráfico de control de rangos (recipiente plástico grande)



Fuente: Original

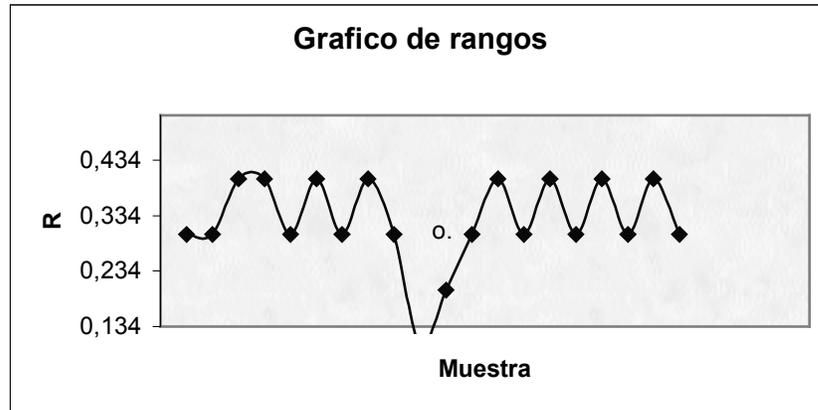
Figura 46. Gráfico de control de rangos (tapadera plástica pequeña)



Fuente: Original

Investigando los puntos fuera de control se justificó este comportamiento debido a la distracción del trabajador, dando como consecuencia un producto defectuoso dentro de cada muestra, por lo que el resultado de la variación del rango es evidente, sin embargo los demás puntos graficados indican control estadístico.

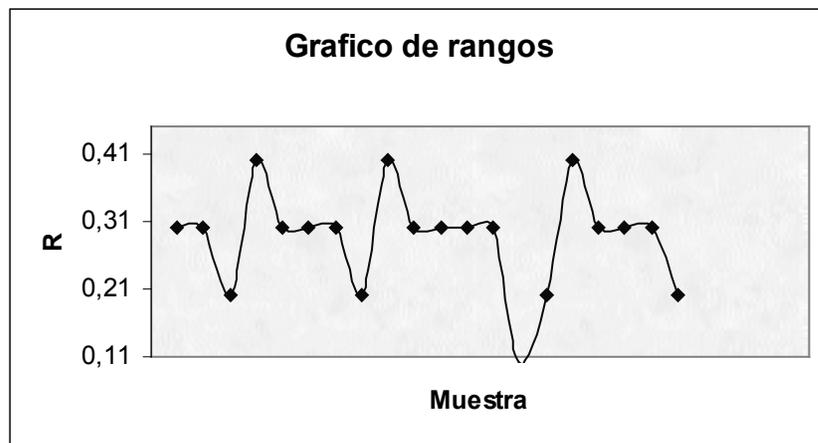
Figura 47. Gráfico de control de rangos (tapadera plástica mediana)



Fuente: Original

Esta gráfica muestra un cambio constante en el rango de las especificaciones del producto, no obstante este cambio se mantiene dentro de un rango estrecho, lo cual asegura que los recipientes medianos, si se encuentran dentro del área permitida para el gráfico, exceptuando un punto justificado, deduciendo así que el producto está bajo control estadístico con respecto al rango de los productos.

Figura 48. Gráfico de control de rangos (tapadera plástica grande)

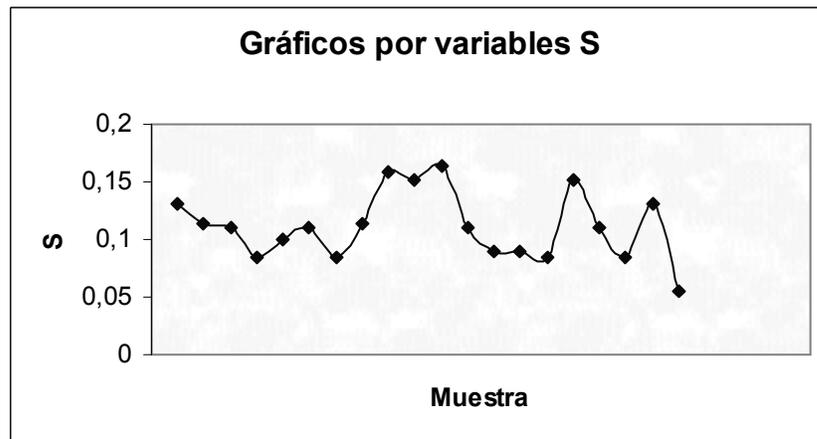


Fuente: Original

Aunque la variabilidad de rangos es muy evidente en esta gráfica, se puede observar que todos los puntos se encuentran dentro del rango permitido para establecer que el producto está bajo el control estadístico deseado.

3.2.1.1.1.3. Gráfico de control de desviación

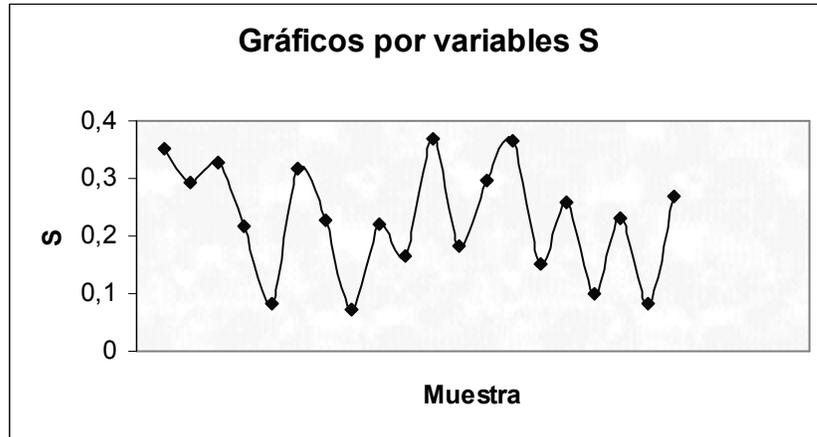
Figura 49. Gráfico de control de desviación (vaso plástico No. 7)



Fuente: Original

La desviación mostrada en la gráfica de desviación de los vasos plásticos sugiere que el producto se encuentra bajo control debido a que todos los puntos están dentro del área permitida.

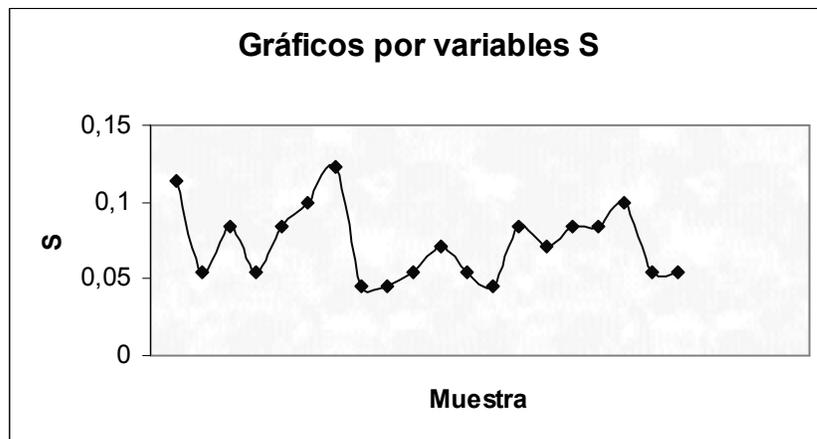
Figura 50. Gráfico de control de desviación (plato plástico No. 9)



Fuente: Original

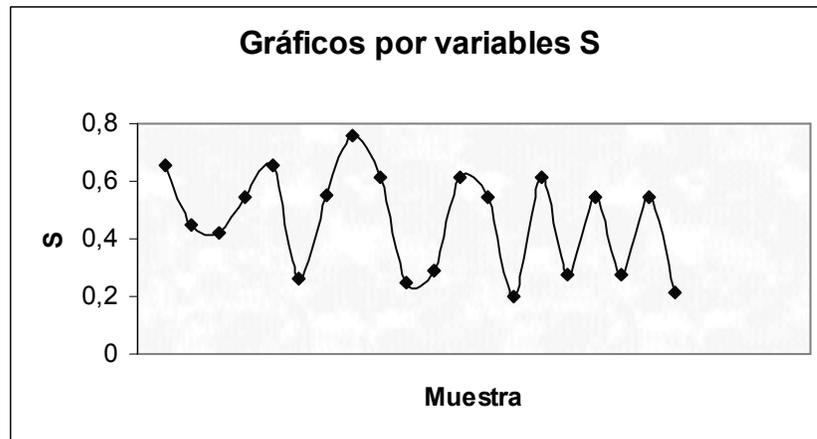
El cambio sugerente en esta gráfica de control a pesar de ser bastante brusco, no demuestra que el producto esté fuera de control estadístico, debido a que los puntos están dentro del área específica.

Figura 51. Gráfico de control de desviación (plato plástico con divisiones)



Fuente: Original

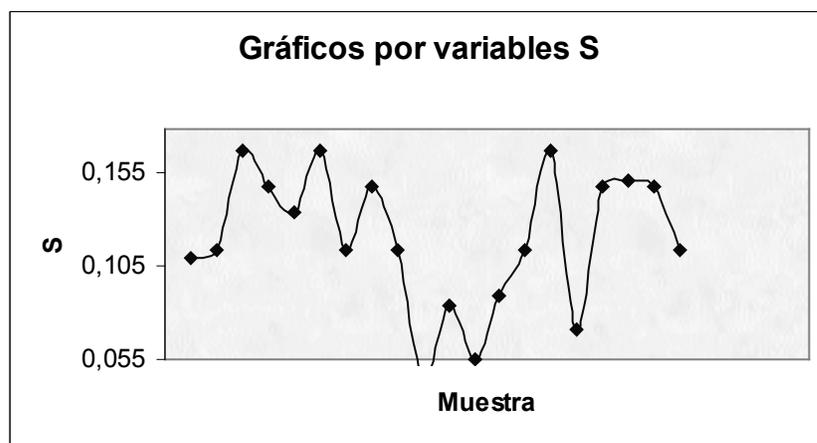
Figura 52. Gráfico de control de desviación (recipiente plástico pequeño)



Fuente: Original

El cambio sugerente en esta gráfica de control a pesar de ser bastante brusco, no demuestra que el producto esté fuera de control estadístico, debido a que los puntos están dentro del área específica.

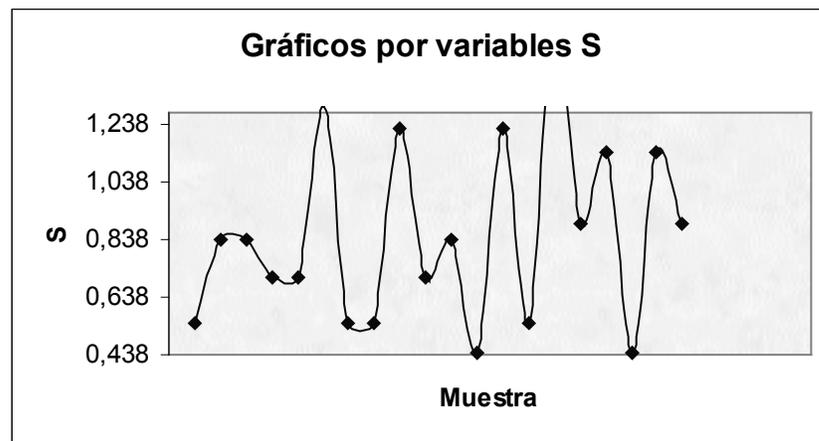
Figura 53. Gráfico de control de desviación (recipiente plástico mediano)



Fuente: Original

El punto que se encuentra fuera de la gráfica nos indica una desviación amplia dentro de la muestra de los productos, sin embargo, los demás puntos se grafican dentro del área permitida para determinar que el producto está bajo control.

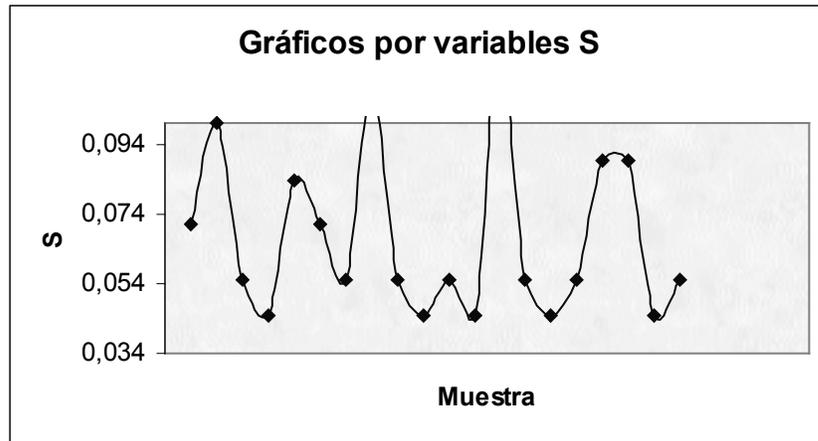
Figura 54. Gráfico de control de desviación (recipiente plástico grande)



Fuente: Original

Se observan dos puntos fuera de control debido a desviaciones las causas que se mencionaron con el gráfico de rangos de los recipientes plásticos que como se determinó es por causas justificables.

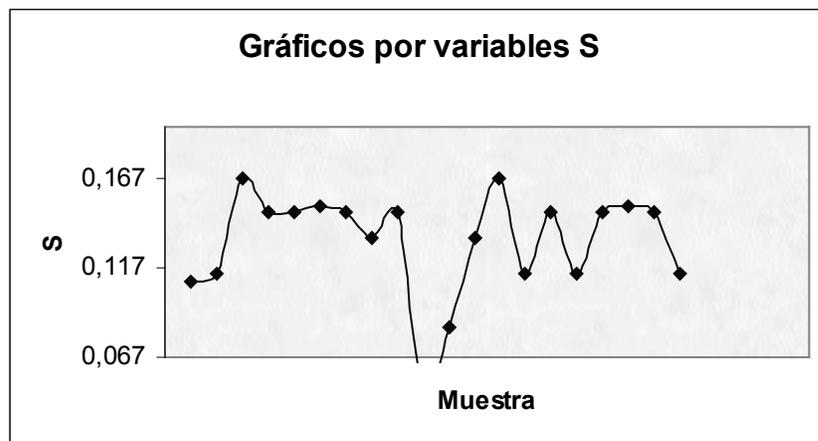
Figura 55. Gráfico de control de desviación (tapadera plástica pequeña)



Fuente: Original

Se observan dos puntos fuera de control debido a desviaciones bastante amplias en los datos recolectados, sin embargo, estos puntos son justificables para establecer que los productos se elaboran de acuerdo a las especificaciones de calidad establecidas.

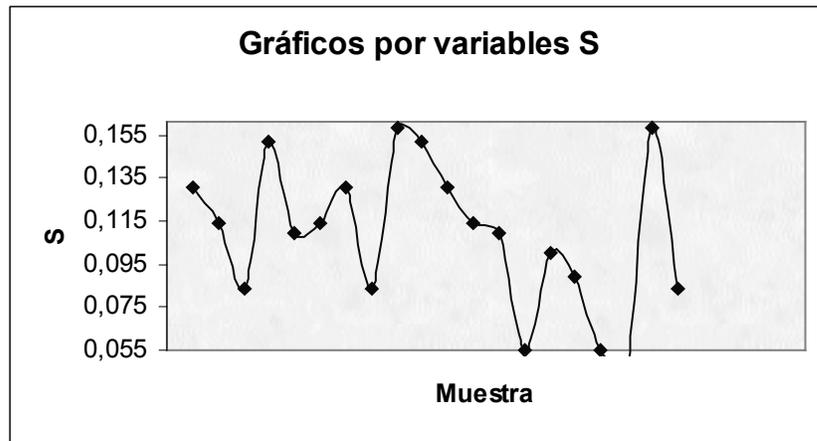
Figura 56. Gráfico de control de desviación (tapadera plástica mediana)



Fuente: Original

El punto que se encuentra fuera de la gráfica refleja una desviación dentro de la muestra de los productos, sin embargo, los demás puntos al ser graficados dentro del área permitida para determinar que el producto está bajo control.

Figura 57. Gráfico de control de desviación (tapadera plástica grande)



Fuente: Original

La gráfica de desviación de las tapaderas plásticas grandes mostrada anteriormente sugiere que el producto se encuentra bajo control debido a que todos los puntos están dentro del área permitida, exceptuando un punto el cual refleja que un producto no cumple con las especificaciones detalladas.

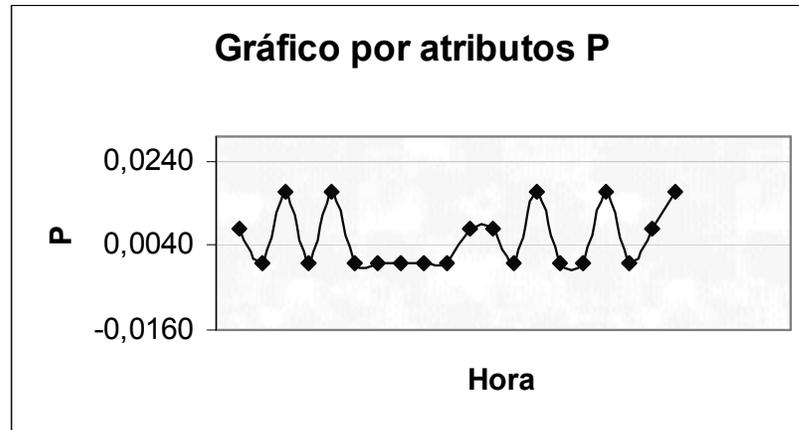
3.2.1.1.1.2. Gráficos por atributos

Por su parte los gráficos por atributos se utilizan cuando la característica a controlar no es mensurable, es decir, es de tipo cualitativo, como la textura y el color por ejemplo. En este caso los datos necesarios son la cantidad de producto no conforme y la cantidad total del lote de producción. Puede ser que este tipo de gráficos sea a la larga innecesaria mediante la aplicación del sistema de gestión de calidad tomando en cuenta que nuestro objetivo es la calidad total, pero aún así se debe especificar dentro del diseño del sistema.

3.2.1.1.1.2.1. Gráfico de producto no conforme (P)

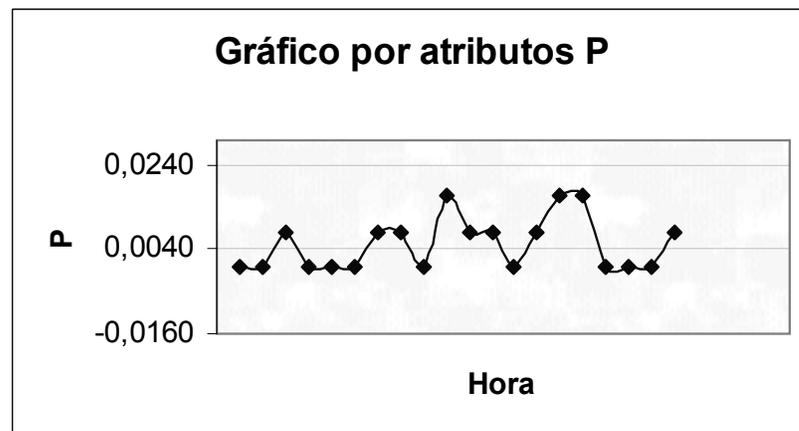
Como se puede observar en el conjunto de gráficas a continuación se determina que si se sigue el control estadístico por atributos, es mucho más difícil que un producto no cumpla con las especificaciones del pedido, debido a que como el error se palpa a simple vista, éste es automáticamente eliminado del lote de producción complicando el control. Sin embargo, de acuerdo a la mayoría de datos recolectados, todas las gráficas se encuentran bajo control estadístico en las características que fueron evaluadas, las cuales servirán como prueba del sistema de calidad.

Figura 58. Gráfico P (vaso plástico No. 7)



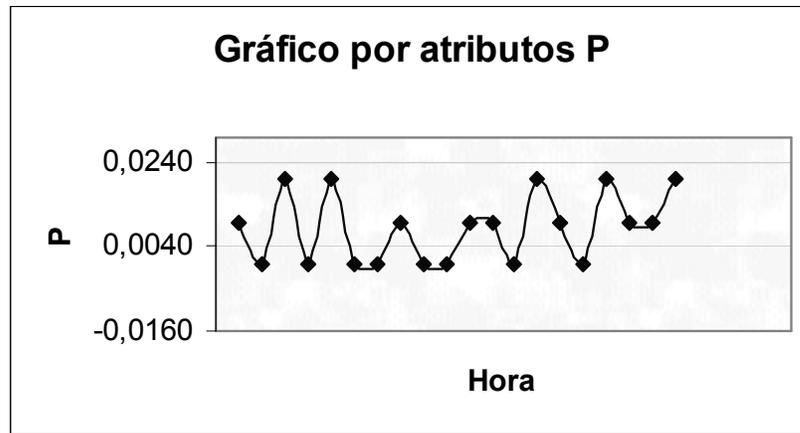
Fuente: Original

Figura 59. Gráfico P (plato plástico No. 9)



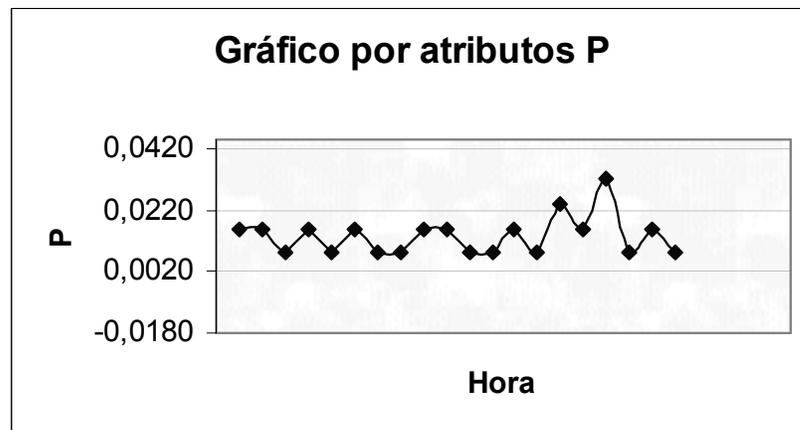
Fuente: Original

Figura 60. Gráfico P (plato plástico con divisiones)



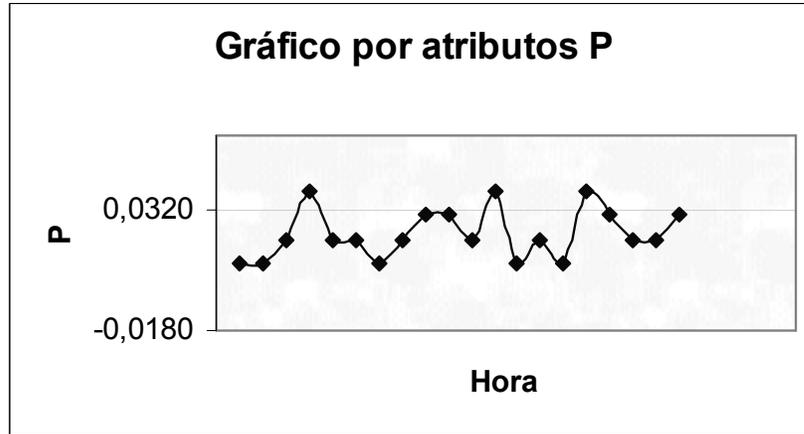
Fuente: Original

Figura 61. Gráfico P (recipiente plástico pequeño)



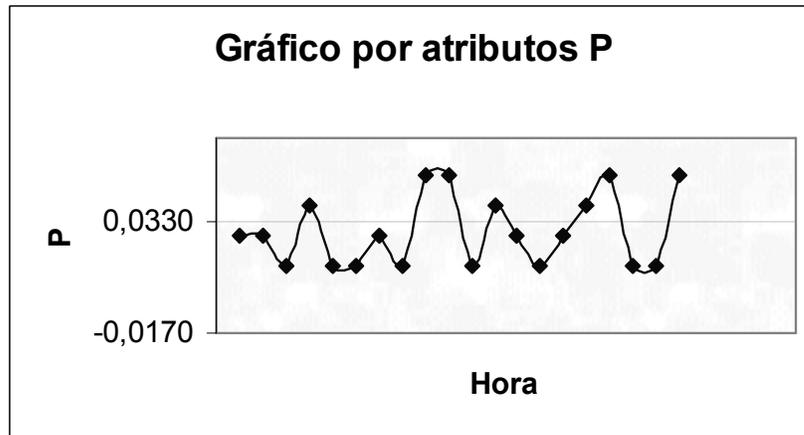
Fuente: Original

Figura 62. Gráfico P (recipiente plástico mediano)



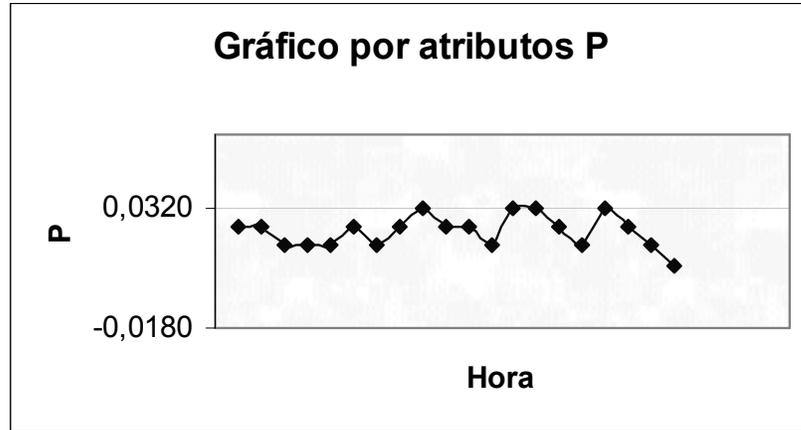
Fuente: Original

Figura 63. Gráfico P (recipiente plástico grande)



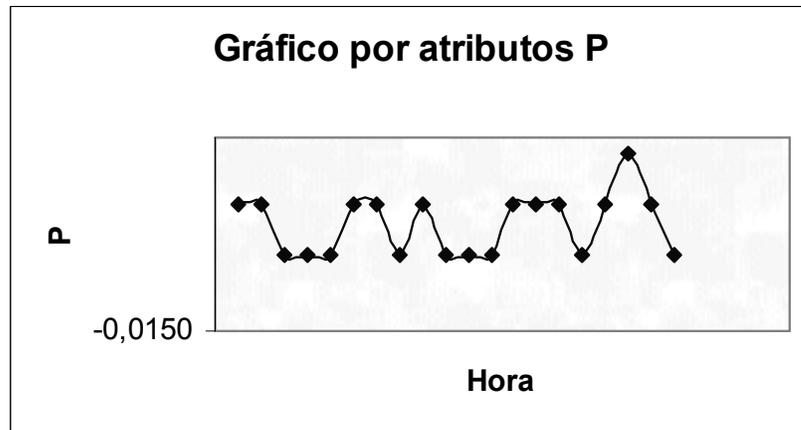
Fuente: Original

Figura 64. Gráfico P (tapadera plástica pequeña)



Fuente: Original

Figura 65. Gráfico P (tapadera plástica mediana)



Fuente: Original

Figura 66. Gráfico P (tapadera plástica grande)



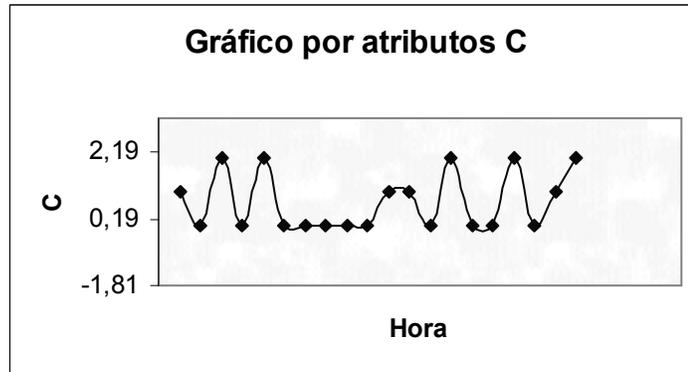
Fuente: Original

3.2.1.1.1.2.2. Gráfico de no conformidades

3.2.1.1.1.2.2.1. Por unidad de inspección (C)

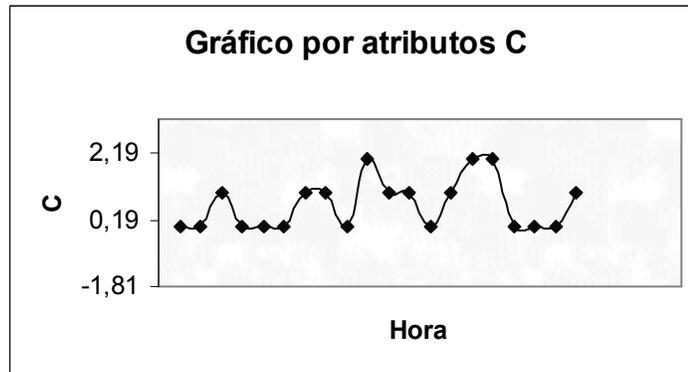
Igual que el gráfico P, por su similitud en las condiciones de la gráfica y por ser lotes constantes los que se toman en cada muestra, el resultado es similar a los gráficos P, demostrando así que los productos, aunque con ciertas variaciones, están bajo control estadístico. Por lo tanto, las gráficas obtenidas se pueden observar a continuación, notando que cada una ellas tienen todos sus puntos graficados dentro del área permitida.

Figura 67. Gráfico C (vaso plástico No. 7)



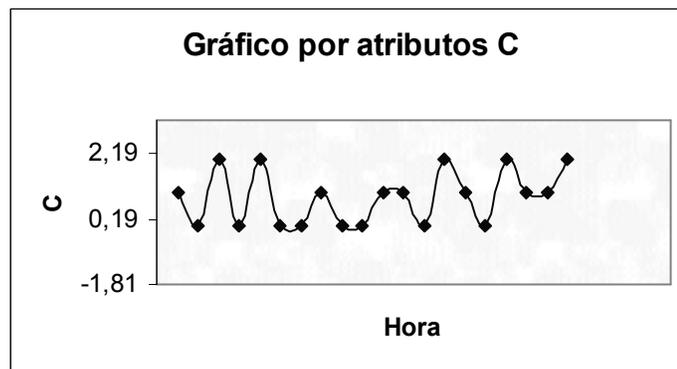
Fuente: Original

Figura 68. Gráfico C (plato plástico No. 9)



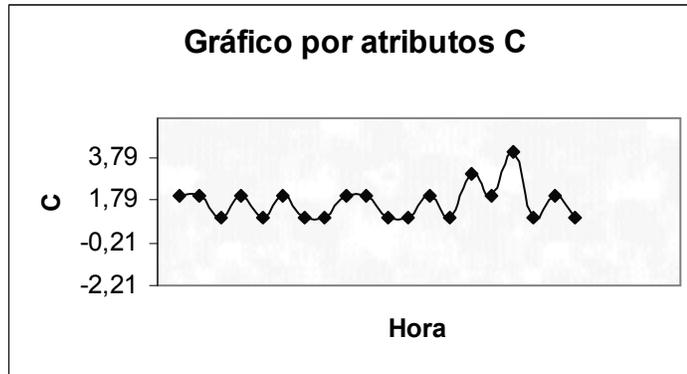
Fuente: Original

Figura 69. Gráfico C (plato plástico con divisiones)



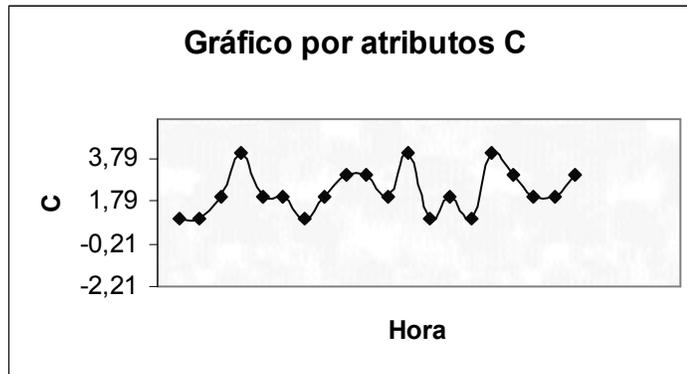
Fuente: Original

Figura 70. Gráfico C (recipiente plástico pequeño)



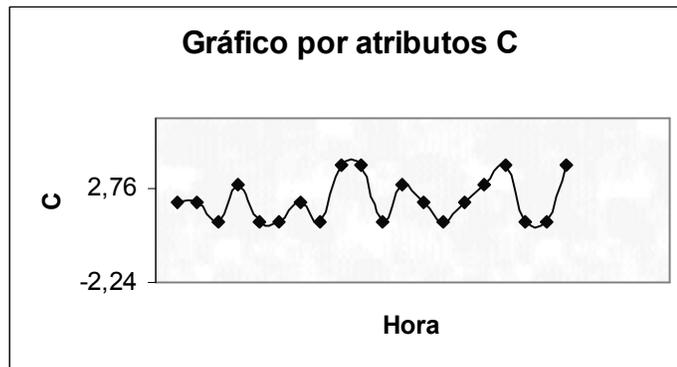
Fuente: Original

Figura 71. Gráfico C (recipiente plástico mediano)



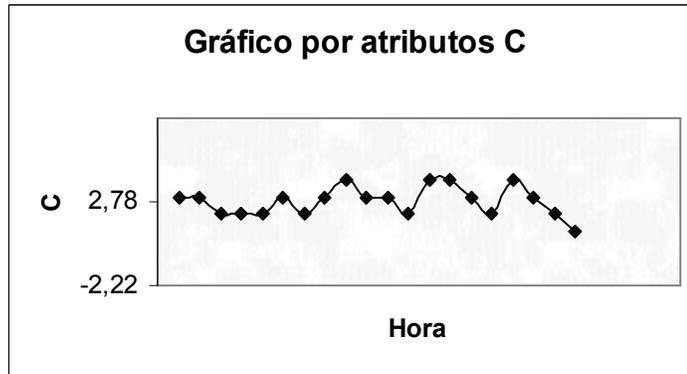
Fuente: Original

Figura 72. Gráfico C (recipiente plástico grande)



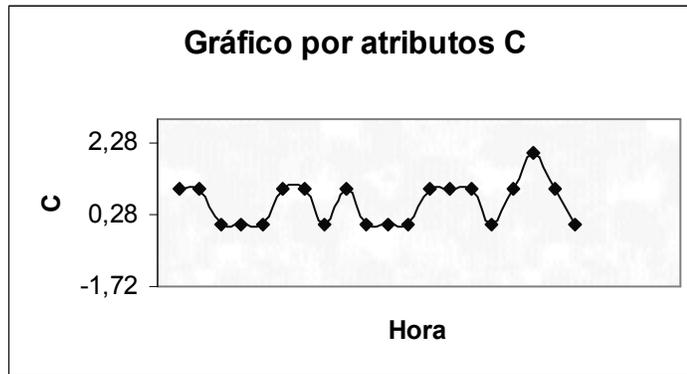
Fuente: Original

Figura 73. Gráfico C (tapadera plástica pequeña)



Fuente: Original

Figura 74. Gráfico C (tapadera plástica mediana)



Fuente: Original

Figura 75. Gráfico C (tapadera plástica grande)



Fuente: Original

3.2.1.1.1.2.2. Por unidad en la muestra (U)

Este tipo de gráfico es muy similar al gráfico P, por lo cual se cree conveniente prescindir de este gráfico debido a que las características presentadas en los gráficos de control reflejan estar controladas estadísticamente.

3.2.1.1.2. Capacidad del proceso

Esta técnica es utilizada cuando se necesita determinar si el proceso, en su forma natural de trabajo es capaz de cumplir con las especificaciones establecidas del cliente, por lo cual se considera una medida potencial del proceso. Para poder mejorar verdaderamente un proceso se debe generar un balance repetitivo y consistente de la capacidad para cumplir con los requerimientos del cliente, a lo cual se conoce como Capacidad del proceso. Sin embargo, actualmente se tiene bien estipulado la capacidad de proceso con que la cual la empresa puede trabajar y satisfacer las necesidades de la producción.

3.2.1.1.3. Muestreo de Aceptación

Para lograr el control, ya sea de la materia prima como del producto terminado, se opta por un muestreo de aceptación, la cual puede ir representada por una curva característica de operación o bien aplicarle al producto un muestreo simple o doble, dependiendo del tipo de prueba que requiera.

Para la empresa en particular, por la existencia de personal limitado y la alta confiabilidad que nos brindan los proveedores, se cree conveniente aplicar únicamente el muestreo simple, obviando así la curva característica de operación y el muestreo doble, el cual desde un principio había sido omitido. Aún así, se tomó la curva de operación como necesaria, pero debido a consideraciones de la gerencia de la empresa se eliminará su aplicación.

3.2.1.1.3.1. Curva característica de operación

La curva característica de operación describe el grado de protección ofrecido por el plan de muestreo contra la producción de lotes de diversas calidades, tanto para el consumidor como para el productor, por lo tanto identifica el comportamiento del plan de muestreo, brindando la probabilidad de aceptación para cada valor que puede asumir la proporción de unidades defectuosas en el lote inspeccionado.

3.2.1.1.3.2. Muestreo Simple

Para realizar el muestreo simple de la materia prima así como de los productos terminados se utilizó el siguiente modelo el cual se suministró al encargado de bodega capacitándole para su adecuada implementación para ser trabajado el control en el ingreso y egreso del producto:

Tabla XXVIII. Hoja de datos para muestreo de aceptación

HOJA DE DATOS PARA MUESTREO DE ACEPTACIÓN							
Envase				Máquina No.		Fecha	
Límites de especificación			Característica de Calidad		Elaborado por		
AQL (%)		Tamaño de la muestra			Nivel de inspección		
PLAN DE MUESTREO SIMPLE							
Tamaño de la muestra 1 (n1)		Numero de aceptación 1 (c1)			Número de rechazo 1 (r1)		
Número de defectuosos 1 (x1)		RESULTADO					
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> SI $X1 \leq C1$ </div>		→			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> ACEPTAR EL LOTE </div>		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> SI $X1 \geq C1$ </div>		→			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> RECHAZAR EL LOTE </div>		

Fuente: Original

3.2.1.2. Interpretación de los gráficos

Como se ha podido observar a lo largo de este capítulo los gráficos de control son una herramienta muy eficaz para detectar variaciones no naturales en un proceso. Por lo tanto hay que tener mucho cuidado en la interpretación de los gráficos para poder actuar correctamente en cuanto se detecten las variaciones y se evidencie la causa identificando el problema de raíz, eliminándola o reduciendo su efecto negativo.

Debido al análisis de los gráficos anteriores, tanto gráficos por variables como gráficos por atributos, se pudo determinar que dichos gráficos presentan cierta variabilidad, la cual no refleja un grave problema de producción dado que los productos derivados del mismo proceso tienden a ser variables por inherencia, las cuales pueden ser explicadas por variaciones en materiales, en la utilización de equipo de medición y condiciones que prevalecen en pruebas de laboratorio.

Estudiando cada una de las gráficas, se puede asegurar que el proceso se encuentra bajo control estadístico en su mayoría, sin embargo se presentan ciertos patrones, los cuales pueden llegar a ser preocupantes, por lo tanto se estudiará su causa e incluirá propuestas de mejora. Uno de los patrones que se estudiará es el reflejado en la calidad de impresión de los recipientes plásticos, ya que se presentó una serie inusual de cantidad de productos defectuosos, corroborando así que este es uno de los principales problemas de producción de la empresa, por lo cual se debe iniciar el camino a la implantación de mejoras substanciales en esta parte del proceso como parte de una política de mejoramiento continuo.

4. MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD

4.1. Control del producto no conforme

Como se mencionó en el capítulo 2, un producto no conforme es aquel producto plástico que no presenta las condiciones aceptables de calidad poseyendo alguna o varias de las características consideradas como los riesgos de producción más frecuentes dentro de la línea de producción que observamos en la figura No.12. Por lo tanto, es muy importante que este gráfico se actualice constantemente, y así poder tener el conocimiento de cambios en los riesgos indicados.

Así mismo, se consideran productos no conformes todos aquellos que no cumplen con los requerimientos que solicitan los clientes cuando llenan su hoja de especificaciones del producto al momento de ingresar el pedido en la empresa.

Controlar el producto no conforme a partir del momento será mucho más viable debido al control de calidad del producto terminado especificado anteriormente, no sólo mediante los gráficos por variables, sino también los gráficos por atributos, ya que el aspecto final del producto es uno de los riesgos que se presentan reiteradamente y pueden originar que el lote de producción sea más propenso al rechazo por parte del cliente.

Desde el momento que los gráficos de control indiquen una inconformidad se debe analizar la producción para evitar que se elaboren más productos defectuosos. Sin embargo, otra de las herramientas que ayudarán a evitar el despacho de producto no conforme es el muestreo de aceptación simple implantando para el producto terminado al azar.

4.1.1. Acciones sobre el producto no conforme

El producto no conforme que se rechace a través de la utilización de los gráficos de control efectuada a la línea de producción de un producto X y del muestreo de los lotes producidos, al igual que los desperdicios de materia prima que se obtienen luego de termoformar el recipiente plástico y desprenderlo de la lámina extraída, lo cual es sobrante la misma, se enviará al área de molido para ser reducido a pequeñas piezas que sirvan para poder ser mezclados con las materia prima pura y volver a utilizar este producto mezclado en la extrusión de láminas de material, y con ello elaborar nuevos productos termoplásticos.

Como resultado del análisis de los gráficos de control mencionados, se determinarán las principales razones de la creación de productos fuera de control estadístico, las cuales van a variar dependiendo del proceso que se realice y de las normas de especificaciones proporcionadas por el cliente para el producto.

Dentro de las causas más comunes que se presentan al elaborar productos no conformes es la incapacidad o distracción del personal durante el proceso productivo, por lo tanto, es conveniente la creación de capacitaciones constantes del personal orientadas al mejoramiento del trabajo en equipo, capacitaciones sobre innovaciones en los insumos y procesos, aprovechamiento de los recursos de la empresa, tiempos de trabajo productivos, entre otros temas que pueden ser de interés y sobre todo de ayuda al mejoramiento de la producción. Además, se incluirá en el plan de producción sistemas de motivación para el trabajo con cero defectos, tales como, reconocimientos por mejor desempeño en el trabajo, incentivos económicos por la elaboración de productos bajo control, incentivos por metas alcanzadas, etc.

No es desconocido que el personal responde aún mejor cuando se siente importante para el empleador, por lo tanto, todo los aspectos mencionados en el párrafo anterior ayudará a que el personal esté más interesado en la producción con cero defectos y creará un ambiente de competencia continua entre los mismos trabajadores, que hará que el trabajo del personal sea el adecuado y aún llegue a sobrepasar las expectativas que se tienen del trabajo, beneficiando así a la empresa entera.

4.1.2. Sistema de acción correctiva y preventiva

El objetivo de toda empresa productora es optimizar sus recursos mediante la utilización de diversas técnicas que permitan producir con efectividad y así obtener el mayor beneficio de ella, por lo tanto, es necesario implantar un sistema de acciones no solamente correctivas sino también preventivas. La participación para la creación de dichas medidas incluirá a un conjunto de personas muy valiosas que enriquecen cada parte del proceso, y por lo tanto, el equipo para la creación del sistema de acciones correctivas y preventivas está conformado por: el gerente, el encargado de calidad, el ingeniero de producción y mantenimiento y personas encargadas del diseño de productos. Ellos evaluarán las propuestas presentadas en las reuniones y decidirán la más adecuada para así poder planear el método de utilización de las medidas. Para dejar un precedente de la situación de la empresa, se tiene que entre las medidas más adecuadas para tomar en este sistema, concibiendo la naturaleza de los defectos frecuentes, están:

ACCIONES CORRECTIVAS

- **Paro de la producción**

Al encontrar variaciones que no se pueden explicar, es decir variaciones sin razón aparente, es necesario parar la producción inmediatamente, debido a que se debe encontrar la causa del problema de producción presentado, ya que es mucho más viable económicamente detener la producción y desperdiciar tiempo que elaborar productos defectuosos que tendrán que ser desechados del lote y luego empezar de nuevo la producción.

- Redefinición de especificaciones técnicas

Cuando un producto sale defectuoso puede deberse a que no se tomaron las precauciones necesarias para el cumplimiento de las especificaciones, es decir, el porcentaje de utilización de cada uno de los insumos para la producción de un termoplástico no es el adecuado, produciendo así una lámina frágil y que no cumple las necesidades para la cual fue extraída. Por lo tanto, si se presenta este problema, automáticamente se debe revisar que se haya utilizado el porcentaje correcto de la materia prima para la elaboración de la lámina para termoformado. Estas especificaciones, se revisarán específicamente si el producto resulta ser muy frágil o presente diferencias en el grosor creando con ella partes que tiendan a la ruptura o a la mínima resistencia de utilización.

- Revisión de moldes y medidas

Si el producto surge con medidas muy pequeñas, que no cumplirá con los requerimientos de volumen de su contenido, puede deberse a una confusión en los moldes o bien a que las medidas de la lámina no eran correctas, obteniendo una lámina demasiado pequeña. Para evitar esto se debe revisar que el molde de la termoformadora sea el correcto, con el diseño adecuado y que las medidas de la lámina sean las apropiadas para la elaboración del recipiente plástico.

- Calibración de maquinaria
Por último, puede que la máquina se haya descalibrado, sobrepasando la temperatura necesaria o variando la distancia entre piezas u objetos, por lo cual hay que cerciorarse que la máquina esté funcionando adecuadamente mediante la calibración de la misma.

ACCIONES PREVENTIVAS

- Mantenimiento preventivo de maquinarias
El mantenimiento de las máquinas se hará con el fin de que la máquina no se deteriore durante el proceso en línea y se desperdicie el tiempo innecesariamente. Este mantenimiento está controlado por el ingeniero de mantenimiento, el cual lleva un estricto control de los trabajos que se le han hecho a cada una de las máquinas de la empresa y tiene programado cada mantenimiento para poder cubrir las necesidades de producción.
- Calibración antes de empezar la producción
Como se mencionó en la política de calidad, cada uno de los empleados es responsable del proceso al cual está asignado, y así mismo al funcionamiento de la maquinaria que esté utilizando, por lo tanto, la calibración antes de que empiece el proceso en línea es indispensable para asegurar así que la producción cumplirá los debidos requerimientos.

- Renovación de moldes y diseños

La actualización de los moldes y los diseños de los productos es indispensable para que la empresa pueda ser competitiva en su ramo, ya que con la actualización de moldes se asegura que el recipiente tiene las medidas exactas y no existe ningún desgaste en orillas o límites. También la renovación de diseños creará una ventaja competitiva mediante la creación de diseños ergonómicos y a la vez creativos y funcionales, de acuerdo a los requerimientos de mercadeo y ventas.

- Actualización de estándares

La actualización de estándares se ubica dentro de las acciones preventivas, debido a que el cambio en los estándares de calidad que no se apliquen en la empresa generará desconfianza y pérdida de clientes actuales y potenciales.

El seguimiento que se efectuará deberá ser desarrollado e indicado en los documentos de calidad, tales como manuales de calidad como manuales de procedimientos, en donde se especifiquen las normas y los procedimientos a seguir para la implantación de acciones correctivas y preventivas cada vez que se presente un inconveniente en producción.

4.1.2.1. Ciclo Deming de mejoramiento

Todas las contrariedades que se presenten hay que documentarlas, ya sean problemas crónicos o problemas esporádicos. Los problemas esporádicos se deben abordar en equipo para poder poner en práctica una acción correctiva luego de verificar la causa raíz y documentarlos para así tener una visión clara de la evolución para posterior utilización en eventos futuros similares.

De igual modo, los problemas crónicos se deben documentar, pero por ser un problema con impactos más profundos se debe utilizar una herramienta más completa para solucionarlo, por lo tanto se implantó en la empresa la utilización del ciclo Deming de mejoramiento. Este ciclo, fue propuesto por Deming hace tiempo pero que resultó ser un método efectivo, está compuesto por cuatro etapas esenciales, las cuales hay que trabajar cuidadosamente para obtener los beneficios deseados, entre las cuales están: Planear, hacer, verificar y actuar.

4.1.2.1.1. Planear

Como se mencionó luego de realizar el análisis respectivo para la interpretación de gráficos de control y de realizar un breve análisis de las necesidades insatisfechas de los clientes de la empresa, el problema más apremiante es la falta de control en la impresión offset de los recipientes plásticos, los cuales seguirán el siguiente ciclo para su mejora.

Se eligió este problema debido a que es el que representa un costo bastante oneroso para la empresa, debido a que si el producto no cumple con los requerimientos, en este caso estéticos, se debe desechar el producto desperdiciando así una cantidad considerable de recursos, entre los cuales mencionamos el tiempo, la materia prima, los costos directos e indirectos, entre otros; y por lo tanto, se debe volver a fabricar el producto e invertir más recursos, corriendo el riesgo de perder a los cliente actuales, como está sucediendo y con ello perder clientes potenciales.

El objetivo principal que se pretende con la implementación de este ciclo de mejoramiento es que la cantidad de productos defectuosos baje considerablemente, logrando con ello obtener impresiones claras, con los colores y formas específicas del diseño que logren un aspecto visual llamativo para el cliente y pueda con ello agregar el valor esperado al producto.

4.1.2.1.2. Hacer

Para lograr minimizar la ocurrencia del error en la impresión del diseño del recipiente, se empezó con la limpieza y mantenimiento general de la maquinaria de impresión offset, ya que un defecto en el funcionamiento augura que el resultado no será el deseado para los productos. Posteriormente, se calibró la máquina adecuadamente, midiendo las distancias entre los productos y la distancia del recipiente a la impresora de la máquina.

Subsecuentemente, se realizó una prueba de control de calidad, imprimiendo artículos, con un diseño específico para corroborar que la impresión sea adecuada, con el fin de medir y determinar el avance necesario para cumplir con los requerimientos de impresión de nuestros clientes. Con la calibración de medidas y distancias en las máquinas y los productos se estableció que efectivamente un mal calibramiento de la maquinaria produjo los errores de impresión que se encontraron en la producción.

4.1.2.1.3. Verificar

Con la recolección de datos que se obtuvo en el paso anterior, se obtuvo un resultado positivo, por lo cual este proceso continuó siendo analizado y se llevó un control riguroso para observar los posibles cambios en datos de producción obtenidos, con lo cual se determinó que la calibración de maquinaria es la incorrecta.

Por lo tanto, se seguirá controlando la producción y, adicionalmente, se programo un mantenimiento a cada una de las maquinas de impresión offset, utilizando los servicios del ingeniero de mantenimiento de la planta, y se estableció que no se dejara de dar mantenimiento a las maquinas durante tanto tiempo, siendo esta revisión alternadamente, para no dejar a la planta sin maquinas de impresión offset, mandando una a la vez a su mantenimiento.

El conocimiento actual se modificará solamente si los datos que se obtengan en el control de calidad contradicen ciertas predicciones acerca de la acción correctiva que se acaba de implementar. Como los datos, hasta el momento confirmaron el funcionamiento de la acción correctiva se obtuvo un mayor grado de confianza en que este procedimiento será el adecuado y exacto para su implementación inmediata.

4.1.2.1.4. Actuar

Por último, se registró debidamente la acción correctiva en el libro de acciones correctivas para fortalecer el proceso de producción y que a la vez, sirva de consulta para corregir los errores que se puedan encontrar durante el proceso de cualquier otro producto. Asimismo servirá para la mejora del proceso y su ejecución de manera continua asegurándose que se mantenga el nivel de desempeño propicio con la institución de controles rigurosos.

4.2. Medición y análisis de mejora continua

La mejora de la calidad es un proceso constituido para reducir los defectos en productos, servicios o procesos, utilizándose también para mejorar los resultados que no se consideran deficientes pero que, sin embargo, ofrecen una oportunidad de mejora. Esta oportunidad de mejora dentro de la empresa debe mantenerse constantemente a través de la incorporación de nuevas herramientas que faciliten el correcto funcionamiento del proceso en su conjunto.

Por lo tanto, de acuerdo a reuniones que se llevaron a cabo se determinó que cada año se va a evaluar el desempeño de la empresa y de los procesos productivos determinando así que se llevaran a cabo las siguientes actividades, para obtener una mejora continua de calidad.

- Verificar la misión y el respectivo cumplimiento de los objetivos.
- Diagnosticar las posibles dificultades que se presentan para alcanzar los objetivos, tanto específicos como generales, y averiguar su causa raíz.
- Proporcionar las ideas de las acciones correctivas para solucionar la causa raíz y así mismo mejorar la calidad de los diferentes productos de la empresa de acuerdo a las especificaciones requeridas por el cliente.
- Mantener los resultados y estar constantemente actualizados de los cambios tanto en las demandas de los clientes propios, el mercado en sí y los competidores.

En primer lugar, se desarrollará una definición del problema exacto que hay que abordar, ya que si se puede mejorar es porque hay que realizar cambios necesarios, por lo tanto el equipo de calidad deberá verificar que comprende la misión y que tiene una medida de la mejora que hay que realizar. Las misiones procederán de la identificación de oportunidades de mejora en cualquier ámbito de la organización, desde el plan estratégico de la empresa hasta las opiniones de los clientes tanto internos como externos.

A continuación se pasará a diagnosticar la causa raíz, analizando detenidamente los síntomas, profundidad y la estructura del problema. Luego será necesario formular teorías de hipótesis para ensayarlas y comprobar la existencia de causas raíz verídicas. Posteriormente se trabajará con la participación de representantes de todos los departamentos para proporcionar ideas que conlleven a la solución de los problemas encontrados.

Por lo tanto, se debe diseñar la solución final, así como su sistema de control y retroalimentación que se utilizarán para asegurar que la solución es eficiente. Para poder llevar a cabo los cambios se tiene que tomar en cuenta que primero se debe establecer la necesidad del cambio y dar el tiempo suficiente para el mismo ya que se debe tratar de manejar correctamente la resistencia que se puede encontrar dentro del personal. Finalmente, se llevará a cabo el mantenimiento de los resultados a través del seguimiento por un responsable del funcionamiento de la solución en el tiempo, evitando que el producto se quede estancando en el tiempo por la caída en la demanda por no satisfacer las necesidades y los clientes pierdan interés en el producto y prefieran a la competencia.

4.2.1. Investigación de necesidades insatisfechas

Junto con la mejora continua, comentada en el apartado anterior, hay que realizar un estudio, el cual se sugirió en la planificación del sistema de gestión de calidad, es el famoso estudio de la evolución de las necesidades del cliente. Ya que actualmente conocemos las necesidades de los clientes reales y potenciales, con el tiempo se deben evaluar y comparar para poder observar los cambios que se han manifestado en ellas. Esta comparación servirá para poder predecir las innovaciones que hay que realizarle al producto para satisfacer las necesidades en el momento adecuado, empezando a realizar pruebas e implementarlo cuando ya se haya estudiado a fondo y así ofrecer al cliente calidad de producto.

Es muy importante que el estudio del comportamiento de las necesidades, como se dijo antes, sea continuo. Así también además de las predicciones hay que estar en constante comunicación con el cliente y consumidor final para conocer sus opiniones y los arquetipos de mejora que pueden resultar muy útiles para propiciar un rediseño de producto o bien el rediseño del proceso de producción.

4.2.2. Rediseño del producto

El rediseño del producto es entendido como la determinación y especificación de los componentes o piezas y su correlación, para que se proponga una mejora en el mismo, y que al unificar esos componentes se satisfagan las prescripciones de un estado de eficiencia equilibrada.

En la investigación las necesidades insatisfechas se puede deducir los cambios en las necesidades de los clientes, para realizar mejoras al producto, o bien cambios radicales que sean imprescindibles para volver a la etapa de crecimiento del producto y no dejar que el producto pase de la etapa de madurez a la de saturación o muerte. El diseño se encargará de crear las nuevas características en un prototipo, de acuerdo a los requerimientos de los clientes, y de la realización de las pruebas necesaria para asegurar que el producto es de calidad. Y, por último, el desarrollo se encargará de la creación física del producto y su colocación en el mercado.

Este paso sólo será necesario si se logra determinar que un pequeño cambio no va a satisfacer las necesidades de los clientes o bien se perderá la oportunidad de expandir el mercado actual. Así mismo se utilizará esta técnica para atraer nuevos clientes a nuestra cartera mediante la actualización de diseños.

4.2.3. Rediseño del proceso

Cuando se comprueba que el diseño del proceso ya es obsoleto o necesita mejoras es preciso rediseñarlo, de acuerdo a los requisitos que se deben satisfacer. Para lograrlo hay que concebir una revisión fundamental y el rediseño radical de los procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costos, calidad, servicio y rapidez con la ayuda e la reingeniería.

4.3. Evaluación de desempeño de gestión integral

Luego de realizar las mejoras necesarias, tanto al producto como al proceso, para así mantener dentro de la empresa una cultura de mejora continua y crear un top of mind en los productos termoplásticos para las demás empresas que utilizan estos recipientes, es imprescindible realizar una evaluación de desempeño de gestión integral. Esta evaluación reflejará el comportamiento que ha tenido el sistema de gestión dentro de la empresa, sobresaliendo así sus ventajas y desventajas, para así trabajar sobre las desventajas u hacerlas favorables a la empresa mediante la introducción de nuevos métodos.

Se dirá que una evaluación que refleje un buen desempeño en la gestión deberá poseer ciertas características que demuestren el avance en la entrega de calidad de los productos, entre estas particularidades están:

- El número total de productos defectuosos van a disminuir en la medida que se aplican los métodos de control estadístico de calidad.
- Las quejas de los clientes van a ir disminuyendo con el tiempo hasta llegar a desaparecer.
- Se va a percibir un aumento de la productividad en el proceso a través de la optimización de los recursos utilizados.

4.3.1. Revisiones gerenciales

Es necesario contar con un programa que contenga fechas específicas y asimismo contar con el personal adecuado para revisar el sistema diseñado para controlar la calidad a fin de que ésta sea corregida cuando sea necesario para mantener el sistema trabajando en óptimas condiciones. Este programa de revisión del sistema de contar con la presencia del gerente, jefe de planta, supervisor de control de calidad y aquellas personas involucradas hasta el momento en el mejoramiento de la calidad.

El objetivo de estas sesiones es para determinar el estado actual de la calidad de productos y procesos, el aumento o disminución en el grado de calidad y los problemas que se presentan para controlar la calidad. Dentro de la agenda se deben tratar asuntos importantes como personal, equipos y procedimientos que sean necesarios para poder desempeñar de una mejor forma la tarea de control de calidad.

La junta directiva de la empresa debe respaldar esta revisión con su consentimiento para apoyar el programa de mejora continua de calidad de los productos y procesos de la empresa y animar a las personas encargadas de producir productos de calidad.

Para lograr que el sistema de revisión de el efecto deseado se procederá a la implementación de auditorias internas, las cuales serán realizadas por un empleado de la empresa designado para ese fin con una frecuencia semestral, previas a las reuniones ordinarias del comité, para poder ser expuestas y trabajar las mejoras que se deben efectuar.

El plan de auditorias se basará en el alcance de la misma y determinará la independencia entre auditor y áreas auditadas. Asimismo se puede contemplar la posibilidad que la auditoria interna sea ejecutada por un auditor externo detallándose la formación y características que deberá poseer el mismo, para así evitar la mala administración de estas auditorias y que la revisión no deje reflejar las deficiencias en el sistema. El contenido de estas auditorias responderá a los principios básicos de las normas de calidad ISO que se apliquen al proceso productivo de los productos termoplásticos y a las actividades de la empresa, para así lograr un reconocimiento en el mercado y con ello emprender un camino a la certificación.

4.3.2. Satisfacción del cliente

Las características de un producto o servicio determinan el nivel de satisfacción del cliente. Estas características incluyen no sólo las características de los bienes o servicios principales que se ofrecen, sino también las características de los servicios que les rodean. La satisfacción de las necesidades y expectativas del cliente constituye el elemento más importante de la gestión de la calidad y la base del éxito de una empresa.

Por este motivo es imprescindible tener perfectamente definido para cada empresa el concepto de satisfacción de sus clientes desarrollando sistemas de medición de satisfacción del cliente y creando modelos de respuesta inmediata ante la posible insatisfacción.

Agregar un valor añadido al producto adicionando características de servicio puede aumentar la satisfacción del cliente y con ello aumentar la demanda del producto, por lo tanto, la satisfacción al cliente deberá ser evaluada a través de la retroalimentación que se sugiere en el siguiente numeral.

4.3.2.1. Retroalimentación

Para poder saber como satisfacer las necesidades de nuestro cliente, se debe realizar, como se dijo anteriormente, un estudio profundo y una de las maneras en las cuales se puede llevar a cabo este análisis es la utilización de la retroalimentación, tanto del producto con los clientes externos como del proceso con los clientes internos. Esta retroalimentación dará una visión clara de lo que el cliente piensa y opina del producto en sí y de las mejoras que deben realizarse en el mismo.

Esta retroalimentación debe realizarla una persona específica que entable una relación confiable con el cliente para que éste pueda abrirse y darle la opinión sincera, así como que sea la persona que lo haga con la totalidad de la clientela para con estos puntos de vista pueda hacer una unificación de las características requeridas con mayor frecuencia y sean más importantes para la mejora de cada uno de los productos.

4.3.3. Círculos de calidad

Los círculos de calidad constituyen una filosofía que proporciona a la gerencia la oportunidad de mejorar la productividad del personal, cuando se pone en práctica, debido a que es un grupo de trabajadores que tienen un área de responsabilidad compartida y se reúnen voluntariamente para buscar soluciones a problemas relacionados con el trabajo. Para poder implantar los círculos de calidad se requiere hacer una reevaluación del modo de ser y actuar de la gerencia y el apoyo a una manera de actuar que reconoce la necesidad de involucrar todo el personal para poder tratar de alcanzar metas compatibles entre el empleado y la administración misma.

Para lograr cumplir con la filosofía de círculos de calidad, la gerencia tiene que proporcionar y fomentar el desarrollo y perfeccionamiento de los empleados. Las reuniones de capacitación son conducidas por los líderes del círculo y los miembros, y típicamente incluyen temas tales de la administración de negocios, desarrollo de la capacidad de dirigir grupos o liderazgo, técnicas de aprendizaje y enseñanza, comunicaciones, motivación, establecimiento de metas y proceso de funcionamiento en grupo.

Por ser una empresa pequeña se puede contar con la existencia de un solo círculo de calidad o hasta un máximo de tres círculos que se apoyen unos a otros. Para implementar los círculos de calidad, lo primero que se debe hacer es capacitar a los empleados sobre el tema y motivarlos para el éxito de cada círculo apoyándoles y brindándoles la responsabilidad y reconocimiento merecido.

A continuación se presenta un programa de seguimiento de problemas que debe seguirse por el círculo de calidad formado, exponiendo los principales empleados que pueden participar:

Fecha	Actividad	Personal involucrado
Primer sábado del mes	Discusión de problemas de calidad encontrados en los diversos departamentos del personal involucrado.	Gerente de planta, supervisor de calidad y algunos encargados de proceso
Cuarto sábado del mes	Sesión ordinaria para recolectar estudios detallados y posibles soluciones.	Gerente de planta, supervisor de calidad y algunos encargados de proceso, encargo del departamento del problema.
Primer sábado del siguiente mes	Revisión del sistema de calidad propuesto para eliminar las causas del problema	Gerente de planta, supervisor de calidad y algunos encargados de proceso
Siguiente mes	Presentación de resultados obtenidos.	Gerente de planta, encargados de procesos y supervisor de calidad.

CONCLUSIONES

1. Se estableció que el nivel de calidad de los productos dentro de la empresa es elevado, siendo el porcentaje de aceptabilidad para la calidad del 80%, lo cual representa que el incremento de la demanda, puede darse trabajando en la adecuada implementación de mejoras sustanciales, en los puntos críticos que mostró el sistema de gestión de calidad, siendo posible con ello, la reducción del 20% de productos no conformes elaborados, que tienen que ser rechazados para mantener el nivel permitido.
2. Ya que la empresa es considerada una mediana empresa, se tiene que la estructura organizacional adecuada para encaminar la calidad, posee pequeños cambios a la estructura actual, incluyendo en la misma la incorporación de un jefe de calidad y tomando del personal operativo dos colaboradores, debidamente capacitados, que desarrollen el trabajo de representante de proceso, uno en el área de extrusión y otro en el área de termoformado e impresión. Las funciones que se definieron para cada uno de ellos asegurará la correcta administración de personal para el funcionamiento del sistema de calidad.

3. La capacidad del proceso para cumplir con la demanda actual que posee la empresa, está bien definida actualmente, ya que la producción ha establecido y estudiado la demanda que pueden atender utilizando óptimamente las jornadas de trabajo y maquinaria existente, por lo tanto, los gráficos de control fueron útiles para definir el porcentaje de aceptabilidad para los productos, siendo limitado, para cada uno de los productos de la empresa, un porcentaje que asegure un 95% de confiabilidad.
4. Según resultados de los gráficos estadísticos de control, se obtiene que la correcta administración del porcentaje de aleación de materia prima pura y el producto no conforme que se reciclará, tiene que ser bien definido antes de empezar la producción, para evitar que los productos presenten inconformidades en la resistencia de los productos y generen un producto que no cumpla el grado de confiabilidad, y aumente drásticamente la variabilidad de los datos obtenidos en el estudio.
5. El análisis de riesgos realizado a los productos elaborados dentro de la empresa, con una muestra de los consumidores reales y potenciales, establece que dentro de los puntos críticos más apremiantes dentro de la empresa, está la mala impresión de los diseños en los envases termoplásticos, representando una oportunidad de mejora del 20%, contando así con riesgos de realizar un termoformado deficiente con incongruencia en las medidas y disparidad en las planchas para termoformado. Por lo tanto, se considera que acciones preventivas como mantenimiento y calibración, así como la renovación de moldes y diseños reducirá en un 85% la elaboración de productos no conformes.

6. Tanto el producto no conforme como los desperdicios de materia prima que se obtienen luego de termoformar el recipiente plástico, y desprenderlo de la lámina extraída, lo cual es sobrante de la misma, se enviará al área de molido para ser reducido a pequeñas piezas que sirvan para mezclarlos con la materia prima pura, y volver a utilizar este producto mezclado en la extrusión de láminas de material, y con ello elaborar nuevos productos termoplásticos. Sin embargo, se capacitará al personal para orientarlos a la innovación de procesos y al aprovechamiento de recursos para conocer la importancia de la calidad.

7. Las capacitaciones constantes al personal y la creación del círculo de calidad dentro de la empresa, logrará captar la importancia de la mejora continua, perfeccionando las técnicas de calidad a través de innovaciones presentadas por los mismos colaboradores de la empresa, incorporando en estas técnicas al 80% del personal.

RECOMENDACIONES

1. La innovación de los diseños y moldes de los recipientes plásticos es necesaria, por lo tanto, cuando se realice la evaluación del sistema de gestión de calidad, se debe dedicar una parte sustancial para realizar una investigación de mercado que manifieste las deficiencias estéticas que pueda tener el producto.
2. Cada año se debe realizar la auditoría, desarrollada de una forma estricta, que permita el descubrimiento de puntos críticos del proceso y a la vez se estudie las posibles mejoras, las cuales deben ser desarrolladas por el personal de calidad, con el afán de cumplir con el nuevo enfoque de mejora continua dentro de la empresa.
3. La capacitación constante del personal de la empresa, asegurará que el trabajador comprenda la importancia del sistema de gestión de calidad, para ser una empresa competitiva y aunado con la motivación adecuada, colabore con el posicionamiento de la empresa al nivel de la calidad fortaleciendo las ventajas competitivas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Banks, Jerry. **Control de calidad.** México. Editorial Limusa. 2002. 666pp.
2. Gutiérrez Pulido, Humberto. **Calidad total y productividad.** México. Editorial McGraw-Hill. 1997. 415pp.
3. Jurán, J. M. **Análisis y planeación de la calidad; del desarrollo del producto al uso.** 3ª. Edición. México. Editorial McGraw-Hill. 1997. 633pp.
4. Pérez López, César. **Control estadístico de la calidad: teoría, práctica y aplicaciones informáticas.** España. Editorial Alfaomega. 1999. 698pp.
5. Soin, Sary Singh. **Control de calidad total: claves, metodologías y administración para el éxito.** México. Editorial McGraw-Hill. 1997. 315pp.
6. Tabla Guevara, Guillermo. **Guía para implantar la norma ISO 9000 para empresas de todos tipos y tamaños.** México. Editorial McGRAW-Hill. 1998. 435pp.
7. Barillas Muñoz, Víctor Omar. **Lineamientos para la aplicación de un sistema de calidad en cualquier proceso de manufactura industrial, tomando como referencia la norma ISO 9002.** USAC. Guatemala. 2001.
8. Gnauck, Frundt, Bernhard, Peter. **El polipropileno, en iniciación a la química de plásticos.** España. Hanser editorial. 1989. 120pp.

REFERENCIA ELECTRÓNICA:

1. http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/moldeo_inyección. 10 de septiembre de 2005.
2. www.pslc.ws. 20 de septiembre de 2005.
3. www.macroplasta.com. 18 de enero de 2006.
4. <http://www.anit.es/enbor/termop.html>. 18 de enero 2006.