



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

**SISTEMA DE CONTROL DE ATRIBUTOS EN EL PROCESO  
PARA ELABORAR EMPAQUES DE PLÁSTICO FLEXIBLES,  
EN LA EMPRESA POLÍMEROS Y TECNOLOGÍA S. A.**

**Edgar Geovanni Chacón Portillo**

Asesorado por la Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios

Guatemala, junio de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA DE CONTROL DE ATRIBUTOS EN EL PROCESO  
PARA ELABORAR EMPAQUES DE PLÁSTICO FLEXIBLES,  
EN LA EMPRESA POLÍMEROS Y TECNOLOGÍA S. A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**EDGAR GEOVANNI CHACÓN PORTILLO**  
ASESORADO POR LA INGA. PRISCILA YOHANA SANDOVAL BARRIOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, JUNIO DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

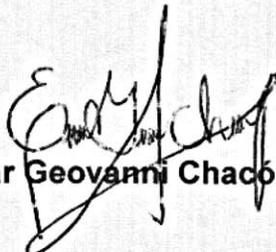
DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Erwin Danilo González Trejo
EXAMINADOR	Ing. José Luis Antonio Valdeavellano Ardón
EXAMINADORA	Inga. Yocasta Ivanobla Ortiz del Cid
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**SISTEMA DE CONTROL DE ATRIBUTOS EN EL PROCESO  
PARA ELABORAR EMPAQUES DE PLÁSTICO FLEXIBLES,  
EN LA EMPRESA POLÍMEROS Y TECNOLOGÍA S. A.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 14 de marzo de 2014.

  
**Edgar Giovanni Chacón Portillo**

Guatemala 03 de marzo de 2016

Ing. Juan José Peralta Dardon  
Director  
Escuela de Mecánica Industrial  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Peralta:

De conformidad con la designación que me hicieron, he realizado asesoría del trabajo de graduación titulado: **SISTEMA DE CONTROL DE ATRIBUTOS EN EL PROCESO PARA ELABORAR EMPAQUES DE PLÁSTICO FLEXIBLES, EN LA EMPRESA POLÍMEROS Y TECNOLOGÍA S. A.** elaborado por el estudiante Edgar Geovanni Chacón Portillo, previo a optar al título de Ingeniero Industrial.

Luego de revisar, analizar el contenido y verificar la consistencia de los temas que se presentan, recomiendo la aprobación del siguiente trabajo.

Atentamente,



*Priscila Yohana Sandoval Barrios  
Ingeniera Industrial  
Colegiado No 10592*

Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios

Asesor

Colegiado No. 10592

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.REV.EMI.065.016

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **SISTEMA DE CONTROL DE ATRIBUTOS EN EL PROCESO PARA ELABORAR EMPAQUES DE PLÁSTICO FLEXIBLES, EN LA EMPRESA POLÍMEROS Y TECNOLOGÍA S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Edgar Geovanni Chacón Portillo**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Edwin Josué Ixpata Reyes  
Ing. Mecánica Industrial  
Colegiado No. 7128

Ing. Edwin Josué Ixpata Reyes  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, mayo de 2016.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.096.016

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **SISTEMA DE CONTROL DE ATRIBUTOS EN EL PROCESO PARA ELABORAR EMPAQUES DE PLÁSTICO FLEXIBLES, EN LA EMPRESA POLÍMEROS Y TECNOLOGÍA S. A.**, presentado por el estudiante universitario **Edgar Geovanni Chacón Portillo**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón  
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, junio de 2016.

/mgp

Universidad de San Carlos  
de Guatemala

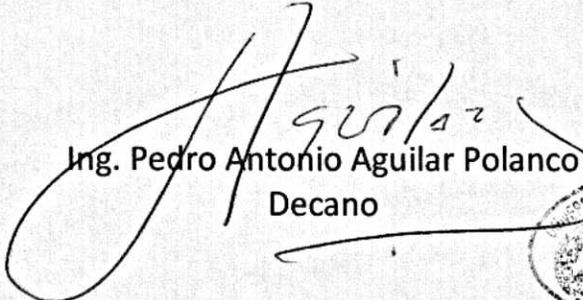


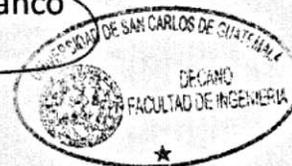
Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 279.2016

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **SISTEMA DE CONTROL DE ATRIBUTOS EN EL PROCESO PARA ELABORAR EMPAQUES DE PLÁSTICO FLEXIBLES, EN LA EMPRESA POLÍMEROS Y TECNOLOGÍA S. A.**, presentado por el estudiante universitario: **Edgar Giovanni Chacón Portillo**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano



Guatemala, junio de 2016

/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Mi Padre Celestial.
<b>Mis padres</b>	Personas admirables que siempre fueron el mejor de los ejemplos para mí, la perseverancia, disciplina, respeto y ética son los principales valores que me han inculcado.
<b>Mis hermanas</b>	Por ser parte fundamental de mi vida, mostrando siempre su gran amor hacia mi persona.
<b>Mi novia</b>	Por su amor sincero y todo el apoyo brindado, gracias.
<b>Fiusac</b>	Facultad que me transmitió todo su conocimiento y apoyo en todo momento, siempre agradecido.
<b>Guatemala</b>	Bendita tierra que me vió nacer, carente de tantas cosas, y necesitada de sus hijos más fieles, tengo fé que algún día florecerás.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por brindarme su amor y protección.
<b>Mi familia</b>	Por su apoyo incondicional, por su amor verdadero y por inculcarme los valores para ser un profesional de éxito.
<b>Mis amigos</b>	Centro Universitario de Oriente y los de campus central, eternamente agradecido por todo el tiempo compartido, los recuerdo con mucho aprecio.
<b>Universidad San Carlos de Guatemala</b>	Gloriosa alma mater necesitada de egresados honestos que puedan aportar sus conocimientos y valores para engrandecerla, increíble labor de llevar educación profesional al sector mayoritario y más necesitado de mi amada Guatemala.
<b>Empresa Polytec</b>	Por brindarme la oportunidad de realizar mi trabajo de graduación, así como mi desarrollo profesional dentro de sus instalaciones.
<b>Inga. Priscila Sandoval</b>	Gracias por el tiempo brindado, sus conocimientos y su paciencia, siempre le estaré agradecido.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XV
GLOSARIO.....	XVII
RESUMEN.....	XXI
OBJETIVOS.....	XXV
INTRODUCCIÓN.....	XXVII
1. ANTECEDENTES GENERALES.....	1
1.1. Empresa comercializadora de frutas y verduras.....	1
1.1.1. Localización.....	1
1.1.2. Historia.....	2
1.1.3. Misión.....	3
1.1.4. Visión.....	3
1.1.5. Productos.....	3
1.1.6. Clientes.....	3
1.1.7. Valores.....	4
1.1.8. Estructura organizacional.....	6
1.1.8.1. Organigrama organizacional.....	7
1.1.9. Descripción de las jornadas de trabajo.....	8
1.2. Descripción de la materia prima.....	8
1.2.1. Polietileno.....	9
1.2.1.1. Polietileno de baja densidad.....	11
1.2.1.2. Polietileno de alta densidad.....	13
1.3. Descripción de los productos.....	14
1.3.1. Productos industriales.....	15

	1.3.1.1.	Descripción del proceso de elaboración de productos industriales .....	20
	1.3.2.	Productos agroindustriales .....	21
	1.3.2.1.	Descripción del proceso de elaboración de productos agroindustriales .....	24
	1.3.3.	Productos comerciales .....	25
	1.3.3.1.	Descripción del proceso de elaboración de productos comerciales .....	27
1.4.		Control de calidad .....	28
	1.4.1.	Definición.....	28
	1.4.2.	Importancia de la calidad.....	29
	1.4.3.	Herramientas de la calidad.....	31
	1.4.4.	Costos de la calidad .....	37
2.		DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y SITUACIÓN ACTUAL.....	41
	2.1.	Departamento de Aseguramiento de la Calidad .....	41
	2.1.1.	Actividades del departamento.....	41
	2.1.2.	Estructura organizacional .....	42
	2.1.3.	Análisis de puestos del departamento .....	44
	2.1.4.	Registros .....	45
	2.1.4.1.	Elaboración de nuevo registro .....	45
	2.1.4.2.	Identificación de registros .....	45
	2.1.4.3.	Control y accesibilidad a los registros ..	46
	2.1.4.4.	Almacenamiento y protección de los registros.....	46
	2.1.4.5.	Recuperación de los registros.....	46

2.1.5.	Procedimientos del Departamento de Aseguramiento de la Calidad .....	47
2.1.5.1.	Procedimiento para el control de producto no conforme .....	47
2.1.6.	Responsabilidades del Departamento de Aseguramiento de la Calidad .....	48
2.1.7.	Inspección.....	49
2.2.	Descripción de los procesos .....	49
2.2.1.	Materia prima .....	49
2.2.1.1.	Polietileno .....	50
2.2.1.2.	Polipropileno .....	50
2.2.2.	Extrusión.....	50
2.2.3.	Impresión .....	53
2.2.4.	Laminación .....	55
2.2.5.	<i>Slitter</i> .....	57
2.2.6.	Corte.....	58
2.2.7.	Maquinaria .....	59
2.3.	Inspección de calidad en los procesos.....	59
2.3.1.	Procedimientos .....	60
2.3.2.	Documentación .....	60
2.4.	Análisis de reclamos y devoluciones .....	60
2.4.1.	Procedimientos .....	60
2.4.2.	Políticas .....	61
2.4.3.	Inconformidades más frecuentes .....	62
2.4.3.1.	Diagrama de Pareto .....	65
2.4.4.	Clientes más exigentes en el control de atributos ...	66
2.4.4.1.	Diagrama de Pareto .....	67
2.4.5.	Gráficos de control de variables inspeccionadas.....	68
2.4.6.	Ventajas competitivas de la empresa.....	70

3.	PROPUESTA PARA EL CONTROL DE ATRIBUTOS .....	73
3.1.	Descripción de la propuesta .....	73
3.1.1.	Alcance .....	74
3.2.	Determinación y análisis de atributos a monitorear .....	75
3.2.1.	Clasificación de los atributos .....	75
3.2.1.1.	Por proceso .....	76
3.2.1.2.	Extrusión.....	76
3.2.1.3.	Impresión.....	79
3.2.1.4.	Laminación .....	81
3.2.1.5.	<i>Slitter</i> .....	82
3.2.1.6.	Corte.....	84
3.2.1.7.	Por frecuencia de disconformidades ....	86
3.2.1.8.	Diagrama de pareto .....	88
3.2.2.	Descripción de atributos a inspeccionar .....	88
3.2.3.	Estandarización de criterios de conformidad de atributos .....	97
3.2.3.1.	Metodología de medición .....	101
3.2.3.2.	Límites críticos.....	102
3.3.	Plan de muestreo .....	103
3.3.1.	Tipo de muestreo a realizar .....	104
3.3.1.1.	Descripción de método de muestreo..	105
3.3.1.2.	Procedimiento de muestreo .....	105
3.3.2.	Tamaño de la muestra.....	107
3.3.3.	Frecuencia de muestreo .....	109
3.4.	Formatos de recolección de información de atributos.....	110
3.4.1.	Análisis de los formatos de recolección .....	111
3.5.	Recolección y tabulación de datos .....	114
3.5.1.	Descripción del proceso de recolección y tabulación de datos .....	114

3.5.2.	Resumen de resultados .....	115
3.6.	Análisis de gráficos de control de atributos .....	116
3.6.1.	Descripción de los gráficos a utilizar .....	117
3.6.2.	Elaboración de los gráficos .....	118
3.6.3.	Análisis estadístico .....	123
3.6.4.	Interpretación de resultados.....	124
3.7.	Análisis de las causas de no conformidades.....	125
3.7.1.	Técnica 5W–2H .....	129
4.	IMPLENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....	133
4.1.	Plan de implementación.....	133
4.1.1.	Alcance .....	133
4.1.2.	Definición de actividades .....	133
4.1.2.1.	Metodologías de medición.....	134
4.1.2.2.	Muestreos .....	135
4.1.2.3.	Tabulación de datos .....	137
4.1.2.4.	Elaboración de gráficos de control .....	138
4.1.3.	Análisis de actividades .....	140
4.1.3.1.	Presentación de resultados .....	141
4.1.3.2.	Interpretación de resultados .....	142
4.1.4.	Cronograma de actividades .....	148
4.2.	Plan de capacitación de analistas de calidad.....	149
4.2.1.	Principios generales del plan de capacitación de analistas de calidad .....	149
4.2.2.	Análisis y entrenamiento del personal .....	150
4.2.2.1.	Aptitudes y actitudes del personal .....	152
4.2.2.2.	Capacitaciones.....	154
4.2.2.3.	Evaluación .....	155
4.3.	Análisis y adjudicación de responsabilidades .....	155

4.3.1.	Departamento de Aseguramiento de la Calidad ...	157
4.3.1.1.	Jefe de Departamento de Aseguramiento de la Calidad .....	157
4.3.1.2.	Gerente del Departamento de Calidad .....	158
4.4.	Documentación para la inspección y control .....	159
4.4.1.	Plan de muestreo .....	159
4.4.2.	Formatos para la recolección de datos .....	160
4.4.3.	Procedimiento para la tabulación y presentación de datos .....	161
4.4.4.	Procedimiento para el control .....	162
4.5.	Relación beneficio-costo .....	162
5.	MEJORA CONTINUA .....	165
5.1.	Plan de evaluación.....	165
5.1.1.	Actividades de seguimiento .....	165
5.1.1.1.	Capacitación del personal.....	166
5.1.1.2.	Evaluación de causas asignables .....	166
5.1.2.	Verificación del plan .....	167
5.1.2.1.	Programa de auditorías internas de calidad .....	167
5.1.2.2.	Auditorías internas de calidad.....	168
5.1.2.3.	Auditorías externas .....	170
5.2.	Realización de informes de evaluación .....	171
5.2.1.	Análisis de mejoras .....	171
5.3.	Acciones preventivas .....	175
5.4.	Acciones correctivas .....	175
5.5.	Retroalimentación del sistema .....	176

CONCLUSIONES .....	177
RECOMENDACIONES.....	181
BIBLIOGRAFÍA.....	183
APÉNDICES.....	185



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Mapa de localización de la empresa .....	1
2.	Organigrama general de la empresa .....	7
3.	Polipropileno transparente .....	16
4.	Polietileno baja densidad termoencogible .....	16
5.	Bicapa: polipropileno transparente + polipropileno metalizado .....	17
6.	Bicapa: polipropileno transparente + poliéster metalizado .....	17
7.	Bolsa <i>doy pack</i> .....	18
8.	Bolsa <i>flow pack</i> .....	19
9.	Bolsa tipo <i>pouche</i> .....	19
10.	<i>Mulch</i> negro .....	23
11.	Película para empaque de banano.....	23
12.	Películas para invernaderos .....	24
13.	Bolsas para almácigo .....	24
14.	Bolsa tipo gabacha troquelada .....	26
15.	Bolsa tipo <i>wicket</i> .....	26
16.	Bolsa tipo sello redondo .....	26
17.	Ejemplo de diagrama de Ishikawa.....	32
18.	Ejemplo de hoja de verificación .....	33
19.	Ejemplo de gráfico de control .....	34
20.	Ejemplo de histograma.....	35
21.	Ejemplo de diagrama de Pareto .....	35
22.	Ejemplo de diagrama de dispersión .....	36
23.	Distribución de los costos de la calidad .....	38

24.	Organigrama organizacional del Departamento de Aseguramiento de la Calidad.....	44
25.	Proceso de extrusión .....	51
26.	Diagrama de secuencia del proceso de extrusión.....	52
27.	Extrusión: burbuja polietileno gris .....	53
28.	Diagrama de secuencia del proceso de impresión flexográfica.....	54
29.	Impresora flexográfica .....	55
30.	Laminadora.....	56
31.	Diagrama de secuencia del proceso de laminación .....	56
32.	<i>Slitter</i> .....	57
33.	Diagrama de secuencia del proceso de <i>slitter</i> .....	57
34.	Cortadora Queen´s .....	58
35.	Diagrama de secuencia del proceso de corte .....	59
36.	Diagrama de Pareto de no conformidades del producto en el 2014.....	65
37.	Diagrama de Pareto de los clientes con más reclamos en 2014 .....	67
38.	Gráfico de control de la variable “calibre” .....	69
39.	Gráfico de control de la variable “COF” .....	70
40.	Ejemplo de atributo “mancha de impresión” .....	74
41.	Diagrama de Pareto de las disconformidades en el proceso de extrusión .....	78
42.	Diagrama de Pareto de las disconformidades en el proceso de impresión .....	80
43.	Diagrama de Pareto de las disconformidades en el proceso de laminación .....	82
44.	Diagrama de Pareto para las disconformidades en el proceso de <i>slitter</i> .....	83
45.	Diagrama de Pareto para las disconformidades en el proceso de corte .....	85

46.	Diagrama de Pareto de las disconformidades de todos los procesos para elaborar empaques flexográficos .....	87
47.	Comparación de empaques con presencia del atributo mancha de impresión contra el producto conforme .....	89
48.	Prueba manual de resistencia de sello en bolsas.....	90
49.	Comparación de empaques con presencia del atributo mal bobinado contra el producto conforme .....	91
50.	Comparación de empaques con presencia del atributo de laminación contra el producto conforme .....	91
51.	Comparación de empaques con presencia del atributo core dañado contra el producto conforme.....	92
52.	Comparación de empaques con presencia del atributo tonalidad fuera de estándar contra el producto conforme .....	93
53.	Comparación de empaques con presencia del atributo lastimaduras contra el producto conforme.....	93
54.	Comparación de empaques con presencia del atributo picaduras contra el producto conforme.....	94
55.	Comparación de empaques con presencia del atributo anclaje de tinta contra el producto conforme .....	95
56.	Comparación de empaques con presencia del atributo grumos contra el producto conforme.....	96
57.	Comparación de empaques con presencia del atributo pigmentación contra el producto conforme.....	96
58.	Comparación de empaques con presencia del atributo <i>zipper</i> mal sellado contra el producto conforme.....	97
59.	Representación gráfica del muestreo aleatorio simple .....	104
60.	Diagrama del proceso de muestreo.....	106
61.	Gráfico de control de los atributos inspeccionados.....	120
62.	Gráfico de control 100 p .....	139

63.	Diagrama de la secuencia de actividades realizadas en el sistema de control de atributos .....	141
64.	Representación del Patrón 1 “Desplazamientos o cambios en el nivel del proceso” en un gráfico de control.....	143
65.	Representación del Patrón 2 “Tendencias en el nivel del proceso en un gráfico de control .....	144
66.	Representación del Patrón 3 “Ciclos recurrentes” en un gráfico de control.....	145
67.	Representación del Patrón 4 “Mucha variabilidad” en un gráfico de control.....	146
68.	Representación del patrón 5 “Falta de variabilidad” en un gráfico de control.....	147
69.	Ciclo PHVA.....	173

## TABLAS

I.	Propiedades eléctricas del polietileno de baja densidad .....	11
II.	Propiedades físicas del polietileno de baja densidad .....	12
III.	Propiedades mecánicas del polietileno de baja densidad .....	13
IV.	Propiedades físicas y químicas del polietileno de alta densidad .....	14
V.	Clasificación de productos y sus procesos .....	15
VI.	Tabulación de reclamos y devoluciones por no conformidades en el producto en el 2014 .....	64
VII.	Tabulación de los clientes que presentaron más reclamos en el 2014 .....	66
VIII.	Distribución de porcentajes de rechazos y reclamos por atributos en el proceso de extrusión.....	77
IX.	Atributos a controlar para impactar la calidad .....	78

X.	Distribución de porcentajes de rechazos y reclamos por atributos en el proceso de impresión .....	79
XI.	Atributos a controlar en impresión.....	80
XII.	Distribución de porcentajes de rechazos y reclamos por atributos en el proceso de laminación.....	81
XIII.	Atributos a controlar en el proceso de laminación .....	82
XIV.	Distribución de porcentajes de rechazos y reclamos por atributos en el proceso de <i>slitter</i> .....	83
XV.	Atributos que ocasionan impacto en la calidad de los productos.....	84
XVI.	Distribución de porcentajes de rechazos y reclamos por atributos en el proceso de extrusión .....	84
XVII.	Atributos a monitorear y controlar en el proceso de corte.....	85
XVIII.	Distribución de porcentajes de rechazos y reclamos por atributos en los procesos para la elaboración de empaques plásticos flexibles.....	86
XIX.	Estandarización de las metodologías de medición y los criterios de aceptación de conformidad de atributos.....	98
XX.	Método y criterio de evaluación para cada atributo .....	107
XXI.	Resumen de resultados del muestreo de atributos.....	116
XXII.	Distribución de la cantidad de unidades defectuosas encontradas en la inspección de atributos por muestra .....	119
XXIII.	Atributos que más impacto tuvieron en la calidad de los productos en el 2014 .....	124
XXIV.	Resumen del método 5w-2h.....	131
XXV.	Casillas de recolección de datos de atributos.....	136
XXVI.	Casillas de tabulado de datos de atributos .....	138
XXVII.	Cronograma de actividades para la implementación de la propuesta de control de atributos.....	148

XXVIII.	Beneficios obtenidos por la implementación del sistema de control de atributos.....	163
XXIX.	Costos incurridos por la implementación del sistema de control de atributos.....	164
XXX.	Lineamientos a seguir para la implementación del ciclo PHVA .....	174

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
$\sigma$	Desviación estándar
<b>LC</b>	Límite central
<b>LCI</b>	Límite de control inferior
<b>LCS</b>	Límite de control superior
$\mu$	Media
<b>Mm</b>	Milímetros
<b>%</b>	Porcentaje
$\Sigma$	Sumatoria



## GLOSARIO

<b>Adhesivo</b>	Cualquier material que se aplica a una o dos superficies para formar una unión entre ellas.
<b>Anilox</b>	Rodillo regulador de tinta utilizado en impresión flexográfica.
<b>Bobina</b>	Rollo de material continuo que es utilizado en los diferentes procesos productivos.
<b>BPT</b>	Bodega de producto terminado.
<b>Calibre</b>	Espesor de la película o sustrato.
<b>Causa asignable</b>	Son las variaciones inusuales, previamente no observadas, no cuantificables.
<b>Core</b>	Soporte sobre los cuales se embobina el sustrato durante cada proceso.
<b>Delaminación</b>	Es la separación parcial o total de las capas de un laminado.

<b><i>Doy pack</i></b>	Bolsas elaboradas con tres sellos tipo estrella y fuelle de fondo que le permite una correcta exhibición vertical, manteniéndose en pie.
<b>Flexografía</b>	Proceso de impresión que utiliza planchas o fotopolímeros y tintas de secado rápido para imprimir en cualquier sustrato.
<b><i>Flow pack</i></b>	La máquina crea un tubo de plástico partiendo de una lámina flexible y el producto lo atraviesa hasta alcanzar una mordaza que delimitará el principio y el final del paquete.
<b><i>Melt index</i></b>	Es una medida de la facilidad de flujo de la masa fundida de un termoplástico polímero.
<b>Película</b>	Material empleado para la elaboración de empaques flexibles.
<b>Polímeros</b>	La materia está formada por moléculas que pueden ser de tamaño normal o moléculas gigantes llamadas polímeros.
<b>Registro</b>	Superposición exacta de las distintas planchas en el proceso de impresión, en la que cada plancha corresponde a un color.

<b>Refilado</b>	Proceso que consiste en cortar longitudinalmente una bobina principal en bobinas secundarias.
<b>Rodillo</b>	Cilindro que sostiene el sustrato impresión en el punto de impresión.
<b><i>Slitter</i></b>	Máquina cortadora empleada para dividir bobinas en bandas que luego son rebobinadas para formar nuevos rollos.
<b>Solvente</b>	Líquidos que suelen combinarse con otros componentes para formar tintas y facilitar su aplicación.
<b>Tinta</b>	Fluido que se utiliza para imprimir sobre un sustrato.
<b>Viscosidad</b>	Término que abarca propiedades de tacto y flujo de tinta.



## RESUMEN

La empresa Polímeros y Tecnología, S. A. se dedica a la fabricación y comercialización de empaques plásticos flexibles a base de polímeros, dentro de los cuales destacan productos para el área agroindustrial, industrial y comercial. Dentro de los productos agroindustriales se encuentran plásticos para invernaderos, *mulch*, fundas bananeras, empaques para banano, películas hidropónicas, trampas amarillas, entre otros. Los productos industriales son laminaciones de dos y tres capas, utilizadas en llenadoras automáticas y utilizando impresiones de hasta ocho colores, bolsas *doy pack*, *flow pack* y *pouches*. Los productos comerciales están constituidos por toda una gama de películas, bolsas y materiales de empaque para el comercio, dentro de las cuales están las bolsas para *boutique*, empaques de regalos, entre otros.

Actualmente existe un sistema de monitoreo y control de las variables cuantitativas del producto, pero un porcentaje considerable de las inconformidades del cliente surgen por problemas con las variables cualitativas (atributos) los cuales no poseen un sistema de control. Debido a esto surge la propuesta de un sistema de control de atributos en el proceso para elaborar empaques de plástico flexibles.

El desarrollo del presente trabajo cuenta con cinco capítulos los cuales han sido desarrollados para contextualizar y conocer el problema, exponer una propuesta para la mejora, así como establecer la metodología de la implementación y seguimiento del sistema de inspección de calidad por atributos.

El capítulo uno define los antecedentes generales, incluye aspectos relevantes de su planeación estratégica, organización, clientes y productos más importantes. Además, describe la materia prima utilizada y los productos que se elaboran. Los conceptos importantes sobre control de la calidad también forman parte de este capítulo con el objetivo de conocer las herramientas necesarias para mejora de la calidad.

En el capítulo dos se describe el proceso y situación actual del control estadístico de calidad en la empresa, haciendo un diagnóstico de las actividades realizadas por el Departamento de Aseguramiento de la Calidad, descripción de los procesos, inspección de calidad en los procesos, análisis de reclamos y devoluciones, así como las ventajas competitivas de la empresa.

El capítulo tres define la propuesta de un sistema de control estadístico de los atributos en la elaboración de empaques flexográficos. Se describe la propuesta y el alcance de las acciones a tomar, se determinan y analizan los atributos que se deben monitorear y se describen las metodologías de recolección, tabulación y análisis de los datos obtenidos en los muestreos. Se analiza el proceso mediante el monitoreo de los gráficos de control con el objetivo de determinar las causas de no conformidad en los productos.

El capítulo cuatro se presenta la implementación de la propuesta de control de atributos, en donde se define el plan de implementación y las metodologías de capacitación de los analistas encargados de la evaluación de los productos. En este capítulo también se asignan las responsabilidades de todos los miembros del sistema de control de atributos y los documentos necesarios para el soporte del sistema de gestión de calidad y su impacto en la productividad de la empresa.

En el capítulo cinco se proponen las actividades de seguimiento para la propuesta del sistema de control de atributos, y se determinan las mejoras alcanzadas a través de la evaluación y búsqueda constante de disminuir los rechazos y reclamos, definiendo las acciones preventivas y correctivas para lograr los resultados esperados con la implementación del sistema de control.



# OBJETIVOS

## General

Diseñar un sistema de control de atributos en el proceso para elaborar empaques de plástico flexibles en la empresa Polímeros y Tecnología, S. A.

## Específicos

1. Analizar la situación actual del sistema de control de calidad en los procesos para la elaboración de empaques plásticos flexibles.
2. Determinar los atributos a monitorear en la inspección mediante el análisis y la aplicación de herramientas estadísticas, para el control y priorización de las causas y soluciones a problemática que generen insatisfacción en los clientes.
3. Diseñar de manera sistemática el control de calidad por atributos con base en planes de muestreo.
4. Analizar los datos obtenidos con los muestreos para tener información en la que se sustente la toma de decisiones, para la mejora en el desempeño de los procesos.
5. Realizar un plan de implementación para la propuesta de control de atributos en donde se definan las actividades a realizar, y la asignación

de responsabilidades de todos los miembros del Departamento de Calidad.

6. Proponer un plan de evaluación para el mejoramiento continuo de la propuesta, donde se evaluarán beneficios y mejoras en el producto.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad todas las empresas buscan satisfacer completamente las necesidades de sus clientes, ya que esto promueve una publicidad gratuita y es el mecanismo más eficiente para el crecimiento en los mercados más competitivos. Debido a esto el concepto de calidad ha evolucionado en la industria hasta alcanzar superar las expectativas de cliente. El control de la calidad se posesiona como una estrategia para asegurar el mejoramiento continuo.

El control de la calidad es un proceso sistemático de actividades relacionadas que se basan en la inspección y control de datos tomados de los productos. Un sistema de inspección es un conjunto de procedimientos que deben contener lineamientos que se deberán cumplir para la evaluación de un determinado proceso o producto. En la industria de flexografía se deben controlar una gran cantidad de atributos, ya que cada cliente requiere diferentes tipos de diseños funcionales y estilos en sus productos.

Para la realización del sistema de inspección se utilizarán herramientas básicas estadísticas como, diagrama de Pareto, hojas de control y gráficos de control. También se elaborará un plan de implementación con la formulación de actividades y para reforzar esto se incluirá un plan de capacitación. Por último, se expondrán los beneficios a que se haya llegado luego de la implementación de la propuesta, realizando un plan de evaluación de la misma para llevar una mejora continua.

Un concepto importante cuando se quiere mejorar la calidad de los productos en toda organización es fomentar el compromiso y la responsabilidad en la mejora en el personal. La calidad es tarea de todos y los gerentes deben transmitir a través del liderazgo el compromiso de todos en la mejora continua. Desde el inicio del proceso en las mezclas de polímeros, pasando por todos los procesos de transformación que sufren las películas flexibles hasta el traslado a la bodega de producto terminado y el traslado a las plantas de los clientes.

# 1. ANTECEDENTES GENERALES

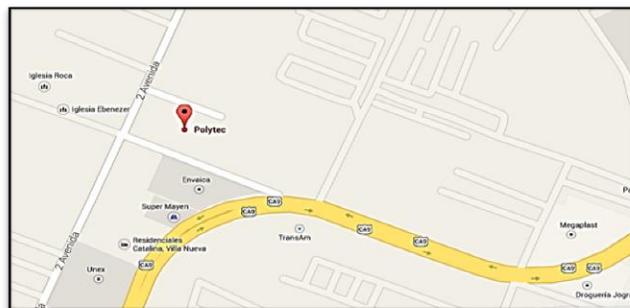
## 1.1. Empresa comercializadora de frutas y verduras

Polímeros y Tecnología, S. A. (Polytec), se dedica a la elaboración de empaques plásticos flexibles a base de polietileno y polipropilenum. Cuenta con más de cuatrocientos colaboradores, los cuales son el pilar fundamental del sostenimiento y crecimiento de la empresa. Polytec es líder en la industria del plástico en Guatemala, gracias a su filosofía de brindarle al cliente un producto de calidad el cual logra llevar a la realización de todos sus objetivos.

### 1.1.1. Localización

Polytec está ubicada en la 3 avenida 0-60 zona 2, San José Villa Nueva. Se encuentra a 50 metros de la entrada a la aldea Santa Mónica que está sobre la carretera CA-9 que conduce a Escuintla.

Figura 1. Mapa de localización de la empresa



Fuente: Google Maps.

### **1.1.2. Historia**

Polímeros y Tecnología S. A. inició sus actividades en julio de 1989, con la idea de ofrecer al mercado una nueva alternativa en la fabricación de empaques plásticos flexibles. La idea principal era, como todavía lo es hoy, disponer de la tecnología más reciente, tanto en materiales como en maquinaria, y combinar estos recursos con una filosofía de profundo compromiso con el cliente, de manera que este sea, en realidad, la razón de ser de la compañía.

El 15 de enero de 2008, se fundó una empresa hermana, Polytec Internacional, para encargarse del mercado internacional y el 1 de diciembre de ese mismo año, se adquirieron las empresas Geoplast, una empresa dedicada también a la producción de toda clase de empaques plásticos flexibles y Lacoplast, una de las empresas con más prestigio y capacidad (600 MT mensuales) dedicada a envases de plástico soplado. Estas empresas comprenden el Grupo Polytec. La parte flexible del Grupo la conforman Polytec, Polytec Internacional y Geoplast.

Desde su fundación, el Grupo Polytec, pasó de una capacidad de 40 toneladas (cuando solo existía Polytec) por mes a 1 850 actualmente (Polytec, Polytec Internacional y Geoplast), 750 de ellas impresas, que permite alcanzar la nueva maquinaria en las instalaciones.

Este crecimiento se debe a que el Grupo Polytec se rige por sólidos principios éticos, que garantizan su seriedad y honestidad, y que, de la mano de una administración eficiente y flexible, le han permitido sobresalir en servicio, precio y calidad. De cubrir originalmente solo el mercado guatemalteco, se ha pasado a exportar a toda Centroamérica, Panamá, México, El Caribe y Estados Unidos de América.

### **1.1.3. Misión**

Generar valor para los clientes, trabajadores y accionistas a través de la creación de soluciones competitivas en empaque, logrando que estos alcancen sus objetivos de calidad y satisfacción del consumidor.

### **1.1.4. Visión**

Ser la empresa de referencia en empaques y materiales flexibles en Centro América, México y El Caribe.

### **1.1.5. Productos**

La cartera de productos de Polytec es muy amplia y se especializa en la fabricación de laminaciones de dos y tres capas con adhesivos sin solvente para empaques de alto desempeño en llenadoras automáticas. Las laminaciones se clasifican en tres grupos principales, los cuales son: sector agrícola, sector industrial y sector agroindustrial. En la sección 1.3 de este trabajo de graduación se describen a detalle los productos que componen los tres grupos de productos que Polytec elabora.

### **1.1.6. Clientes**

El crecimiento tecnológico y de capacidad productiva en la industria del plástico que ha tenido grupo Polytec ha ampliado su mercado y su cartera de clientes. Entre los clientes con los que Polytec cuenta están: Grupo Alza, Alimentos Regia, Olmeca, Pepsi Cola, Procter & Gamble, Frito-Lay, Expro S. A., INA S. A., Coca Cola, Colgate Palmolive, Café Miramar, Café Quetzal, Guatemalan Candies, Del Monte Fresh Produce Co., Bimbo, Popoyán,

Wallmart, La Barata, Malher, Máquinas Exactas y Alimentos Kern's, entre muchos otros.

### **1.1.7. Valores**

Polytec es consciente de la importancia que tienen los valores en la productividad y la armonía dentro de la organización, y construye sus cimientos en una base sólida de valores éticos, los cuales deben ser adquiridos y puestos en práctica por todo el personal que constituye la estructura organizacional de la empresa. Los valores éticos que distinguen a Polytec son:

- Lealtad: buscar actuar siempre con rectitud y proporcionar a los clientes siempre la atención y el apoyo que necesitan, para el logro de sus metas y objetivos.
- Solidaridad: brindar apoyo a quien lo necesita, de forma integral y buscando el bien de todos los integrantes de la empresa.
- Honestidad: buscar siempre la verdad y actuar con ética y profesionalismo con los clientes, proveedores, colaboradores, administrativos y accionistas.
- Respeto: promover una actitud de equidad y respeto en todos los niveles jerárquicos dentro de la empresa, el pilar de la armonía.
- Dignidad: la dignidad humana es un valor o un derecho inviolable e intangible de la persona, es un derecho fundamental y es el valor inherente al ser humano porque es un ser racional que posee libertad y es capaz de crear cosas.

- Responsabilidad: rendir cuentas de todas las acciones ante los clientes, empleados, proveedores, la comunidad, el país y los accionistas.

Además de estos valores éticos, Polytec tiene su propio código de ética, el cual se aplica en cada una de las decisiones y actividades que la Gerencia y el personal realiza. A continuación se describe el código de ética de Polytec:

- Centrados en el cliente

Nos comprometemos con su éxito, mediante una atención personalizada, tanto en la definición de necesidades como en la innovación en la propuesta de soluciones y en el seguimiento completo de nuestro desempeño.

- Siempre dar la cara

Siempre asumiremos nuestra responsabilidad, plantearémos con certeza nuestros pensamientos y tomaremos la acción que garantice el beneficio mutuo. Además de hacerlo internamente, rendiremos cuentas de nuestras acciones ante los clientes, empleados, proveedores, la comunidad, el país y los accionistas.

- Nunca nos damos por satisfechos

Estamos comprometidos con la excelencia. No debemos ni queremos conformarnos con el éxito actual. Apenas alcanzamos una meta, ya estamos buscando un reto nuevo.

- Nos preocupamos genuinamente por nuestra gente

Las personas son antes que todo. Nos sentimos valorados y respetados en nuestro trabajo y generamos un ambiente que nos permite desempeñarlo con pasión.

- Lo que hacemos lo hacemos con integridad

Somos consecuentes en el cumplimiento de estos valores: nuestra actitud de vida y nuestra forma de ser implican el compromiso, la honradez y el apego a la verdad.

### **1.1.8. Estructura organizacional**

La estructura organizacional de la empresa es la forma en la que se va a gestionar. Está compuesta por los siguientes niveles jerárquicos, según Mintzberg:

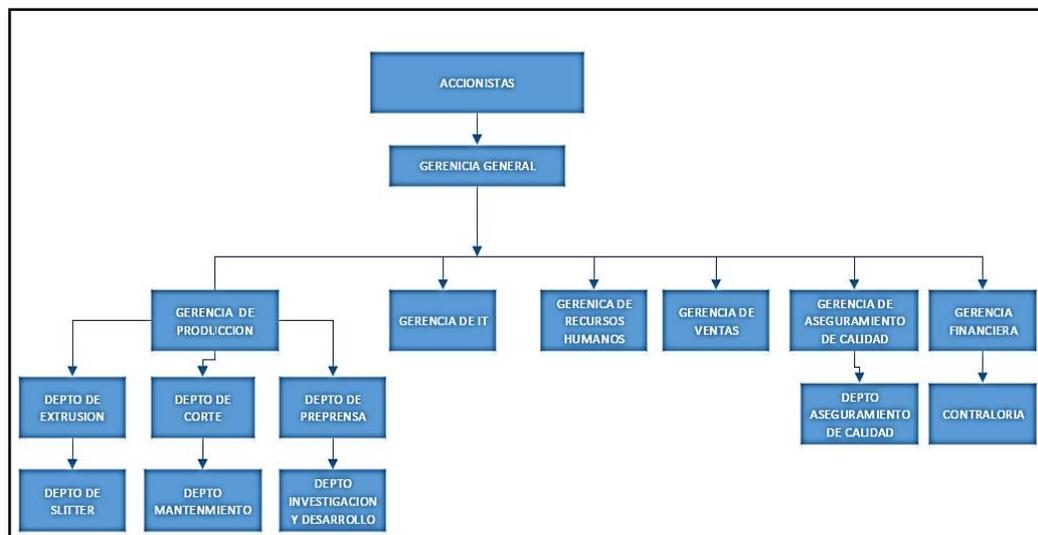
- **Ápice estratégico:** lo conforman los accionistas y la Alta Dirección, la cual tiene la responsabilidad total de la empresa. El objetivo principal es el funcionamiento adecuado de la empresa, así como planificar acciones estratégicas que lleven al crecimiento continuo. Este nivel es la responsable del manejo del entorno de la empresa.
- **Mando medio:** lo conforma la Gerencia General, la cual es la encargada de la conexión ascendente y descendente entre el núcleo de operaciones, que es el que está en contacto directo con la producción y el ápice estratégico.
- **Núcleo de operaciones:** lo conforman los encargados directos del proceso de producción en la empresa. En este nivel son responsables de la materia prima y todo lo necesario para la realización del proceso de producción (*inputs*), el proceso de producción, la comercialización, entre otros.

- Tecnoestructura: no forman parte ni de los directivos, ni de los encargados directos de la producción. Estos son encargados de analizar y planificar cambios que hay que introducir en la organización, y del control de las operaciones dentro de la empresa.
- *Staff* de apoyo: son un conjunto de unidades especializadas que no participan directamente en la producción de bienes y servicios, sino que su objetivo consiste en apoyar a la organización mediante la prestación de tareas y servicios especializados, como lo pueden ser limpieza, seguridad, entre otros.

### 1.1.8.1. Organigrama organizacional

A continuación se muestra el organigrama general de la empresa.

Figura 2. Organigrama general de la empresa



Fuente: elaboración propia.

### **1.1.9. Descripción de las jornadas de trabajo**

Debido a la producción continua, Polytec debe contar con dos jornadas de trabajo. Estas jornadas están formadas por 12 horas cada una y los colaboradores utilizan un sistema de marcajes, el cual determina la cantidad total de horas laboradas por cada operario. Este sistema contabiliza la cantidad de horas de trabajo en función del marcaje de entrada y el marcaje de salida, es decir si el colaborador hizo el marcaje de entrada a las 7:00 de la mañana y su marcaje de salida lo hizo a las 6:45 de la tarde, el sistema le contabilizó 11 horas y 45 minutos.

### **1.2. Descripción de la materia prima**

El primer paso para la obtención de la materia prima es la polimerización. Los dos métodos básicos de polimerización son las reacciones de condensación y de adición, que pueden llevarse a cabo de varias formas. En la polimerización en masa se polimeriza solo el monómero, por lo general en una fase gaseosa o líquida, si bien se realizan también algunas polimerizaciones en estado sólido. Mediante la polimerización en disolución se forma una emulsión que seguidamente se coagula. Con este proceso se crean los polímeros que serán utilizados en el proceso de producción de plástico.

Con frecuencia se utilizan aditivos químicos para conseguir una propiedad determinada. Por ejemplo, los antioxidantes protegen el polímero de degradaciones químicas causadas por el oxígeno o el ozono de una forma parecida, los estabilizadores ultravioleta lo protegen de la intemperie. Los plastificantes producen un polímero más flexible, los lubricantes reducen la fricción y los pigmentos colorean los plásticos. Algunas sustancias ignífugas

(sustancias combustibles ininflamables) y antiestáticas se utilizan también como aditivos.

La materia prima utilizada son polímeros polietileno y polipropileno. Cualquier sustancia moldeable puede recibir el calificativo de plástica, aunque como plásticos se suelen denominar ciertos polímeros moldeables. Las moléculas pueden ser de origen natural, por ejemplo la celulosa, la cera y el caucho (hule) natural, o sintéticas, como el polietileno. Las enormes moléculas de las que están compuestos pueden ser lineales, ramificadas o entrecruzadas, dependiendo del tipo de plástico. Las moléculas lineales y ramificadas son termoplásticas (se ablandan con el calor), mientras que las entrecruzadas son termoestables (no se ablandan con el calor).

### **1.2.1. Polietileno**

El polietileno es un material termoplástico blanquecino, de transparente a translúcido, y es frecuentemente fabricado en finas láminas transparentes. El polietileno es el resultado de comprimir a una presión de mil quinientas atmósferas y a una temperatura de 250 grados Celsius el gas etano, en condiciones controladas.

De todos los tipos de plástico el polietileno es el que más se produce, ya que puede adaptarse a miles de formas y aplicaciones. Las sorprendentes propiedades del polietileno se explican por las infinitas estructuras posibles de unas moléculas llamadas polímeros. Los polímeros son moléculas repetitivas enormes formadas por unidades más pequeñas enlazadas en cadenas lineales llamadas monómeros. Los monómeros que forman los polímeros de polietileno son llamados etilenos.

El polietileno es muy resistente a las bajas temperaturas y a la tensión, compresión y tracción. Es un material muy rígido que tiene un coeficiente de fricción bajo. Posee una baja densidad en comparación con metales u otros materiales. No es tóxico, es impermeable y se utiliza principalmente en el sector de la alimentación. Tiene una gran resistencia al desgaste, a la abrasión, al impacto y soporta temperaturas muy bajas.

Es utilizado para la fabricación de envases y embalajes de todas clases para alimentos, gracias a su inocuidad química y organoléptica. También se utiliza en sectores como la fontanería y la electricidad, conducciones de gas, productos moldeados de gran variedad y aplicación película para envolver, cañerías de plástico, revestimientos de papel, envases, bolsas para residuos, entre otros.

Algunas de las aplicaciones derivadas de los procesos realizados al polietileno son las siguientes:

- Extrusión: película, cables, hilos, tuberías.
- Coextrusión: películas y láminas multicapa.
- Moldeo por inyección: partes en tercera dimensión con formas complicadas.
- Inyección y soplado: botellas de diferentes tamaños.
- Extrusión y soplado: bolsas o tubos de calibre delgado.
- Extrusión y soplado de cuerpos huecos: botellas de diferentes tamaños.
- Rotomoldeo: depósitos y formas huecas de grandes dimensiones.

### 1.2.1.1. Polietileno de baja densidad

Termoplástico semicristalino de color blanquecino, blando, flexible y tenaz, incluso a temperaturas bajas. Posee excelentes propiedades eléctricas pero una resistencia a las temperaturas débil. Su resistencia química también es muy buena pero es propenso al agrietamiento bajo carga ambiental, su resistencia a los rayos UV es mediocre y tiene propiedades de protección débiles, salvo con el agua.

Tabla I. **Propiedades eléctricas del polietileno de baja densidad**

<b>Propiedades eléctricas</b>	
Constante dieléctrica (1 MHz)	2,25
Factor de disipación (1 MHz)	$1-10 \times 10^{-4}$
Resistencia dieléctrica (Kv mm <sup>-1</sup> )	27
Resistividad de volúmen (Ohmcm)	$10^{15} - 10^{18}$
Resistividad superficial (Ohm/sq)	$10^3$

Fuente: *Propiedades eléctricas del polietileno de baja densidad*. [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-221X2013000300006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-221X2013000300006&script=sci_arttext). Consulta: junio de 2015.

Las propiedades físicas se ponen de manifiesto ante estímulos como la luz, el calor o la aplicación de fuerzas a un material. Describen características como elasticidad, conductividad eléctrica o térmica, magnetismo o comportamiento óptico, que por lo general no se alteran por otras fuerzas que actúan sobre el mismo.

Densidad: informa sobre la cristalinidad de los polímeros. Esta modifica la flexibilidad, permeabilidad y propiedades térmicas del polímero. Una densidad baja facilita la manipulación y el transporte unido o un menor precio.

El porcentaje de absorción de agua indica el incremento del volumen que sufre el material al estar expuesto un determinado tiempo a condiciones de extrema humedad.

El índice refractivo indica la reducción de la velocidad de la luz al trasladarse la onda por un medio homogéneo. Es el cociente entre la velocidad de la luz en el medio y la velocidad de la luz en el vacío.

Tabla II. **Propiedades físicas del polietileno de baja densidad**

<b>Propiedades físicas</b>	
Densidad (g cm <sup>-3</sup> )	0,92
Absorción de agua en 24 horas (%)	<0,015
Índice refractivo	1,51
Resistencia a la radiación	Aceptable
Resistencia a los ultra-violetas	Mala

Fuente: *Propiedades físicas del polietileno de baja densidad*. [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-221X2013000300006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-221X2013000300006&script=sci_arttext). Consulta: junio de 2015.

Las propiedades mecánicas son aquellas propiedades de los sólidos que se manifiestan cuando se aplica una fuerza. Las propiedades mecánicas de los materiales se refieren a la capacidad de los mismos de resistir acciones de cargas: las cargas o fuerzas actúan momentáneamente, tienen carácter de choque.

El alargamiento a la rotura es el diferencial de longitud que sufre el material antes de experimentar la rotura completa en cualquier parte. Se mide entre dos puntos cuya posición está normalizada y se expresa en porcentaje.

La dureza es la oposición que ofrece el material a alteraciones como la penetración, la abrasión, el rayado, la cortadura, las deformaciones permanentes, entre otras.

La resistencia a la tracción es la carga máxima resistida por el material dividido el diámetro inicial del material.

La resistencia al impacto se utiliza en ingeniería de polímeros para estudiar la tenacidad de un material. Este material puede ser un polímero, un copolímero o un polímero reforzado.

Tabla III. **Propiedades mecánicas del polietileno de baja densidad**

<b>Propiedades mecánicas</b>	
Alargamiento a la Rotura (%)	400
Dureza – Rockwell	D41-46
Módulo de tracción (GPa)	0,1 - 0,3
Resistencia a la tracción (MPa)	5 - 25
Resistencia al Impacto Izod (J m-1)	> 1 000

Fuente: *Propiedades mecánicas del polietileno de baja densidad*. [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-221X2013000300006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-221X2013000300006&script=sci_arttext). Consulta: junio de 2015.

### **1.2.1.2. Polietileno de alta densidad**

Es un polímero de cadena lineal no ramificada. Es más duro, fuerte y un poco más pesado que el de baja densidad, pero es menos dúctil. Se produce normalmente con un peso molecular que se encuentra en el rango entre 200,000 y 500,000.

La obtención del polietileno de alta densidad se hace mediante un proceso de polimerización Ziegler-Natta, que es un proceso de polimerización catalítica (catalizador de Ziegler-Natta). Hay tres procesos comerciales importantes usados en la polimerización del polietileno de alta densidad: los procesos en disolución en suspensión y en fase gaseosa.

Tabla IV. **Propiedades físicas y químicas del polietileno de alta densidad**

<b>Propiedades físicas y químicas</b>	
Cristalinidad	Es cristalino en más del 90 %
Punto de fusión (°C)	135 °C
Rango de temperaturas de trabajo	-100 °C a 120 °C
Propiedades ópticas	Opaco
Densidad	945 – 960 Kg/mt <sup>3</sup>
Viscosidad	Alta (índice de fluidez 1gr/10 min a 190 °C)

Fuente: *Propiedades físicas y químicas del polietileno de baja densidad*. [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-221X2013000300006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-221X2013000300006&script=sci_arttext). Consulta: junio de 2015.

### **1.3. Descripción de los productos**

Polytec cuenta con tres líneas de productos los cuales se diferencian por su funcionalidad y el mercado al que van dirigidos.

Tabla V. **Clasificación de productos y sus procesos**

Tipo de producto	Procesos
Productos industriales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extrusión –Coextrusión</li> <li>• Impresión</li> <li>• Laminación</li> <li>• <i>Slitter</i></li> </ul>
Productos agroindustriales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extrusión</li> <li>• Corte</li> </ul>
Productos comerciales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extrusión</li> <li>• Impresión</li> <li>• Corte</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

### 1.3.1. **Productos industriales**

- Laminaciones: estas pueden ser de 2 y 3 capas, utilizando adhesivos sin solvente para empaques de alto desempeño en llenadoras automáticas.
- Coextrusiones de 3 capas: empaques con tres capas de materiales distintos que brindan las características técnicas y de calidad que exige el cliente.
- Termoencogibles impresos y sin impresión: este material se encoge al flujo de calor y toma la forma de la superficie.
- Film peletizable: es un *film* de plástico que se utiliza para enfardar la mercancía sobre el palé. El *film* para enfardado de cargas se fabrica con polietileno lineal de baja densidad y se distribuye en bobinas de diferentes anchos, largos, espesores y características.

Figura 3. Polipropileno transparente



Fuente: Polipropileno transparente. <https://www.google.com.gt/search?q=bolsa+polipropileno+transparente&biw=1517&bih=741&source>. Consulta: julio de 2015.

Figura 4. Polietileno baja densidad termoencogible



Fuente: Polipropileno baja densidad termoencogible. <https://www.google.com.gt/search?q=bolsa+polipropileno+transparente&biw=1517&bih=741&source>. Consulta: julio de 2015.

Figura 5. **Bicapa: polipropileno transparente + polipropileno metalizado**



Fuente: *Polipropileno transparente+polietileno metalizado*. <https://www.google.com.gt/search?q=bolsa+polipropileno+transparente&biw=1517&bih=741&source>. Consulta: julio de 2015.

Figura 6. **Bicapa: polipropileno transparente + poliéster metalizado**



Fuente: *Polipropileno transparente + poliéster metalizado*. <https://www.google.com.gt/search?q=bolsa+polipropileno+transparente&biw=1517&bih=741&source>. Consulta: julio de 2015.

- Bolsas *doy pack*: el envase *doy pack* es de fácil manejo y apertura, reducción de peso y volumen con respecto a otras presentaciones permite la perfecta visión de contenido.
- Bolsas *flow pack*: lámina impresa con materiales termosellables como BOPP y *films* laminados.
- *Pouches*: bolsa con sello inferior o superior tipo *pouch*, según se requiera, y sello longitudinal escondido en uno de los costados, dentro del fuelle. El fuelle ayuda a darle una mayor capacidad a la bolsa, dado que multiplica el área de los costados.

Figura 7. **Bolsa *doy pack***



Fuente: *Bolsa doypack*. <https://www.google.com.gt/search?q=bolsa+polipropileno+transparente&biw=1517&bih=741&source>. Consulta: julio de 2015.

:

Figura 8. **Bolsa *flow pack***



Fuente: *Bolsa flow pack*. <https://www.google.com.gt/search?q=bolsa+polipropileno+transparente&biw=1517&bih=741&source>. Consulta: julio de 2015.

Figura 9. **Bolsa tipo *pouche***



Fuente: *Bolsa tipo pouche*. <https://www.google.com.gt/search?q=bolsa+polipropileno+transparente&biw=1517&bih=741&source>. Consulta: julio de 2015.

### **1.3.1.1. Descripción del proceso de elaboración de productos industriales**

Las bolsas de plástico se fabrican con gránulos de resina de polietileno lineal que se funden. Estos gránulos de polietileno se combinan con otras resinas de baja densidad en un mezclador donde se transforma en un material homogéneo. Los gránulos se funden en la extrusora que los calienta a 250 °C, el resultado es una película delgada de polietileno en forma de tubo de varios cientos de metros de longitud. A medida que el plástico se va enfriando unos rodillos aplastan el tubo, se divide el tubo y se manda a 2 rodillos independientes. Después una cuchilla corta la película del grosor deseado. Se fabrican y se enrollan varios cientos de metros de película. Cuando el rollo está lleno, se corta la película.

El siguiente paso es la impresión de las bolsas. La tinta hecha a base de alcohol circula continuamente para conservar su viscosidad. Las impresiones se realizan con rodillos de entintado, y a cada color le corresponde un rodillo.

Finalizada la impresión la película de plástico se enrolla de nuevo y se manda al área de corte. La película circula a través de unos rodillos y una máquina corta las bolsas a razón de aproximadamente 150 bolsas por minuto. Una selladora cierra los bordes de las bolsas con calor.

La laminación consiste en agregar uno o varios adhesivos al empaque flexible con el objetivo de mejorar sus características, obteniendo un empaque estructuralmente más seguro. La laminación elimina el paso de la luz hacia el producto contenido en el empaque.

La coextrusión es un proceso continuo que da lugar a un semielaborado fabricado a partir de varios materiales, pero para conseguir la asociación de estos cada uno debe plastificarse en una extrusora diferente.

### **1.3.2. Productos agroindustriales**

Películas para invernaderos, túneles, macrotúneles, *mulch* o acolchados plásticos, bolsas de protección y empaque para frutas y verduras en general, embalaje para manejo y transporte de cualquier cultivo, tuberías de riego y accesorios.

- *Mulch* (acolchado), en presentación liso, perforado y preperforado.
- *Mulch* negro: alta opacidad, económico, larga duración. Recomendado para regiones frías.
- *Mulch* blanco-negro: alta opacidad y alta reflectancia, larga duración y buena repelencia de insectos. Recomendado para bajar la temperatura del suelo cuando se usa en macrotúneles, invernaderos o casas malla.
- *Mulch* plata-negro: alta opacidad, alta reflectancia, larga duración y buena repelencia de insectos. Recomendado para campo abierto y temperatura media del suelo.
- *Mulch* transparente: efecto de solarización, larga duración y alta resistencia a la temperatura.

- Mangueras y accesorios para riego por goteo: productos de primera calidad para optimizar el riego por goteo de sus cultivos economizando agua.
- Películas de invernadero: películas uv, base níquel y base *hals*, con alta transparencia y pigmentadas con diferente porcentaje de opacidad, para 12 y 24 meses de duración.
- Trampas para insectos, amarillas y verdes: película en rollo, sueltas o pre cortado en rollo, según la aplicación.
- Películas y bolsas hidropónicas, forrajeras y ensilaje, coextruidas en blanco-negro: láminas y bolsas de 6 a 8 milésimas de calibre para pisos y bolsas de viveros, aplicaciones hidropónicas, forrajeras y almacenamiento de granos.
- Bolsas para almácigo: bolsas negras perforadas, en diferentes tamaños.
- Bolsas para empaque de banano, melón, frutas y hortalizas con y sin impresión, perforadas y lisas: bolsas tubopack, banavac, melonvac, entre otros.
- Faldillas para protección contra quema de banano: bolsas blancas, celestes, azul Santa Lucía, entre otros, perforadas con agujeros de ½ pulgada.
- Techos tomateros: para proteger contra la lluvia y la radiación directa del Sol sobre los cultivos.

- Películas salineras negras: duración 1, 2 o más años, calibres de 6 a 10 milésimas.
- Películas y bolsas impresas de uso general: telas de lluvia y otras aplicaciones.

Figura 10. **Mulch negro**



Fuente: *Mulch negro*. <https://www.google.com.gt/search?q=bolsa+polipropileno+transparente&biw=1517&bih=741&source>. Consulta: julio de 2015.

Figura 11. **Película para empaque de banana**



Fuente: *Película para empaque de banana* Núm. <https://www.google.com.gt/search?q=bolsa+polipropileno+transparente&biw=1517&bih=741&source>. Consulta: julio de 2015.

Figura 12. **Películas para invernaderos**



Fuente: *Películas para invernaderos*. [https://www.google.com.gt/search?q= bolsa+polipropileno +transparente &biw=1517&bih =741&source](https://www.google.com.gt/search?q=bolsa+polipropileno+transparente&biw=1517&bih=741&source). Consulta: julio de 2015.

Figura 13. **Bolsas para almácigo**



Fuente: *Bolsa para almácigo*. [https://www.google.com.gt/search?q= bolsa+polipropileno +transparente &biw=1517&bih =741&source](https://www.google.com.gt/search?q=bolsa+polipropileno+transparente&biw=1517&bih=741&source). Consulta: julio de 2015.

### **1.3.2.1. Descripción del proceso de elaboración de productos agroindustriales**

Las películas de plástico son formadas por el proceso de extrusión de las resinas de polietileno y polipropileno, las cuales forman lienzos de cientos de metros de largo. Estas poseen distintas cualidades según los requerimientos del cliente y están en función de la mezcla de polímeros de alta y baja densidad.

Luego son pasadas por máquinas perforadoras y de corte las cuales dan las características de diseño y tamaño final que llevarán las películas.

### **1.3.3. Productos comerciales**

Toda clase de bolsas, películas y materiales de empaque para el comercio, con y sin impresión tales como bolsas para *boutique*, empaque para regalos y la exclusiva línea de bolsas de basura en rollo, con sello tipo estrella.

Entre estos se tienen:

- Bolsa con *ziper*.
- Bolsa con fuelle.
- Bolsa tipo sello de fondo.
- Bolsa tipo sello lateral.
- Bolsa tipo *boutique*.
- Bolsa tipo gabacha troquelada.
- Bolsa laminada de poliéster con recubrimiento PVDC impreso con polietileno de baja densidad.
- Bolsa tipo troquelada.

Figura 14. **Bolsa tipo gabacha troquelada**



Fuente: *Bolsa tipo gabacha troquelada*. <https://www.google.com.gt/search?q=bolsa+polipropileno+transparente&biw=1517&bih=741&source>. Consulta: julio de 2015.

Figura 15. **Bolsa tipo wicket**



Fuente: *Bolsa tipo wicket*. <https://www.google.com.gt/search?q=bolsa+polipropileno+transparente&biw=1517&bih=741&source>. Consulta: julio de 2015.

Figura 16. **Bolsa tipo sello redondo**



Fuente: *Bolsa tipo sello redondo*. <https://www.google.com.gt/search?q=bolsa+polipropileno+transparente&biw=1517&bih=741&source>. Consulta: julio de 2015.

### **1.3.3.1. Descripción del proceso de elaboración de productos comerciales**

La materia prima es transparente, por lo que es necesario añadirle colorante para conseguir el color deseado en el material. Una vez mezclados en las tolvas de las extrusoras, la mezcla resultante pasa por una boquilla, por medio del empuje generado por la acción giratoria de un husillo (tornillo de Arquímedes) que gira concéntricamente en una cámara a temperaturas controladas, debido a la acción de empuje se funde, fluye y mezcla en el cañón saliendo por una boquilla y debido a un estiramiento vertical y un soplado en sentido transversal, sale creando un globo de plástico. Este globo, se va enfriando progresivamente y mientras vuelve a una temperatura normal y estable se va recogiendo en forma de bobina, de esta forma se van conformando las características particulares de cada bobina.

El proceso se termina en esta etapa para algunos productos que se transforman. Tal es el caso del material retráctil o de las láminas (tubo, semitubo o lámina) en bobinas sin imprimir. En estos casos, las bobinas se pesan, se embalan correctamente para protegerlas de golpes y polvo en el transporte y se preparan para ser entregadas al cliente. Para los productos que lleven algún tipo de impresión, tales como una bolsa camiseta impresa, el siguiente proceso es la impresión. Los productos que no vayan a ser impresos pasan directamente a corte.

Las bobinas con el material procedente de extrusión se introducen en un extremo de las rotativas flexográficas, y se hace pasar la película de polietileno por unos rodillos y tinteros hasta que llegan al otro extremo con la tinta seca. Este proceso puede parecer muy sencillo en un principio pero es uno de los más complicados. Una ligera variación en las proporciones de las tintas, en la

velocidad o en el tiempo de secado, puede provocar que la impresión deseada sea totalmente distinta a la resultante. De la misma forma, los clichés con el diseño a imprimir en la bolsa han de estar perfectamente sincronizados para que el dibujo y el texto no salgan descuadrados en la impresión final.

Una vez que las bobinas impresas o no impresas llegan a corte, lo primero que se hace es programar la cortadora con los parámetros necesarios para darle la forma que se desee, bien sea una bolsa camiseta, tipo mercado o una simple lámina. Se ajustan el ancho del producto, el alto, las medidas del fuelle, la altura y ancho de las asas, entre otros.

La misma cortadora va formando paquetes de n número de bolsas, y una vez completado cada paquete, los paquetes de bolsas son depositados sobre una cinta transportadora que acerca las bolsas a un operario. Este las introduce en fundas y las ensaca en el correspondiente embalaje.

#### **1.4. Control de calidad**

Proceso por el cual se establecen y monitorean las normas que aseguran el cumplimiento de las especificaciones del producto.

##### **1.4.1. Definición**

La calidad puede definirse como la conformidad relativa con las especificaciones, a lo que al grado en que un producto cumple las especificaciones del diseño, entre otras cosas, mayor su calidad o también como comúnmente es encontrar la satisfacción en un producto cumpliendo todas las expectativas que busca algún cliente, siendo así controlado por reglas las cuales deben salir al mercado para ser inspeccionado y tenga los

requerimientos estipulados por las organizaciones que hacen certificar algún producto.

El control de calidad no se aplica únicamente al producto final, sino que se realiza a lo largo de todo el proceso de producción. Es decir, en la recepción de materias primas, en el proceso de fabricación, en los productos semielaborados y en el propio producto final. Para realizar el control de calidad, se hace la inspección y el ensayo de determinadas características de los productos a controlar.

El control de la calidad toma en cuenta dos criterios fundamentales: el enfoque en el producto y el enfoque en el cliente. El enfoque en el producto está en función de una variable específica y medible, y que las diferencias en calidad reflejen diferencias en el valor de algún atributo del producto, como por ejemplo la cantidad de puntadas por pulgada en una camisa o el número de cilindros de un motor. Esto implica que los niveles o cantidades más elevados en las características del producto serían equivalentes a una calidad mayor.

#### **1.4.2. Importancia de la calidad**

La calidad se puede apreciar desde el punto de vista de la satisfacción del cliente, y desde el punto de vista de errores del producto. Un producto de calidad es aquel que satisface completamente a los clientes. Es importante brindar un producto de calidad al cliente ya que de esto depende la fidelidad del cliente y la expansión del mercado. Un cliente satisfecho actúa como un sistema de publicidad gratuita que conlleva el crecimiento de las organizaciones y el aumento de la productividad y competitividad.

Como se ha mencionado anteriormente, la calidad es satisfacer las necesidades de los clientes, esto trae como consecuencia que surja en las organizaciones la importancia de tener calidad en todas ellas. La importancia de la calidad se traduce como los beneficios obtenidos a partir de una mejor manera de hacer las cosas y buscar la satisfacción de los clientes, como pueden ser: la reducción de costos, presencia y permanencia en el mercado y la generación de empleos.

Automáticamente los costos se reducen ya que la organización tendrá menos reproceso, con esto, las piezas que se desechaban, ahora serán utilizadas, las personas que se encargaban de volver a reprocesar dichas piezas, ahora podrán dedicarse a la producción y el tiempo que le dedicaban a este mismo los podrán utilizar para innovar nuevos productos o mejorar sus sistemas de producción, también ocasionando un ahorro en el tiempo y los materiales ocupados para la elaboración del producto.

Como consecuencia en la reducción de costos, ocasionado por el menor uso de materiales, por la reducción en los reprocesos, por el menor desperdicio y por el menor desgaste humano, la productividad aumenta considerablemente y el precio del producto o servicio puede ser menor.

Con una calidad superior a la de la competencia, con un precio competitivo, con productos innovadores y cada vez más perfeccionados, el mercado reconoce la marca creando una confiabilidad hacia los productos fabricados o servicio otorgados, lo que redundará en una presencia sobresaliente en el mercado.

Como consecuencia de las ventajas antes mencionadas, la empresa tiene alta probabilidad de permanecer en el mercado con una fidelidad por parte de

los consumidores. Al mejorar la calidad, con un precio competitivo, con presencia y permanencia en el mercado, se pueden proporcionar más empleos, que a su vez demuestra un crecimiento en la organización y cumple íntegramente con uno de los objetivos de la empresa.

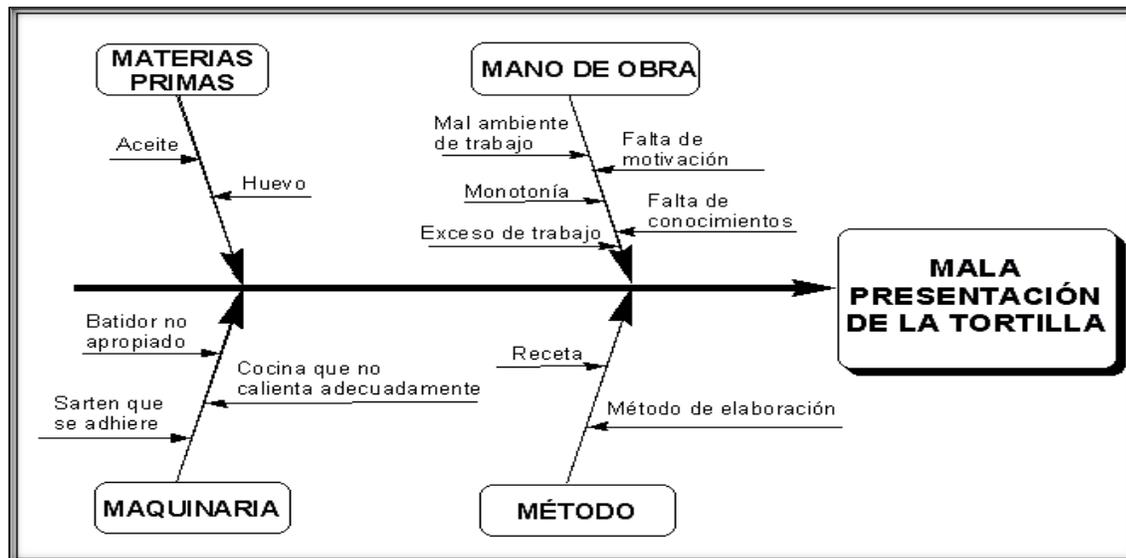
### **1.4.3. Herramientas de la calidad**

Las herramientas básicas para el control de la calidad son:

- Diagrama de causa-efecto (Ishikawa): es un método gráfico que sirve para representar y analizar la relación entre un efecto (problema) y sus posibles causas. Se construye haciendo un eje central, el cual será el problema a analizar. A este eje horizontal van llegando líneas oblicuas (como las espinas de un pez) que representan las causas valoradas como tales por las personas participantes en el análisis del problema. A su vez, cada una de estas líneas que representa una posible causa, recibe otras líneas perpendiculares que representan las causas secundarias.

Este diagrama permite evaluar las líneas de producción que se identifiquen como fuera de control, para determinar cuáles son las causas que están ocasionando la variabilidad y las inconformidades.

Figura 17. Ejemplo de diagrama de Ishikawa



Fuente: *Diagrama de Ishikawa*. <https://www.google.com.gt/search?q=diagrama+de+ishikawa+ejemplo&biw=1517&bih=741&source=>. Consulta: agosto de 2015.

- Hoja de verificación: esta hoja es un formato creado para recolectar datos, de tal forma que su registro sea sencillo y sistemático. Una característica que debe reunir una buena hoja de verificación es que visualmente ofrezca un primer análisis que permita apreciar la magnitud y localización de los problemas principales. Algunas de las situaciones sobre las que resulta útil obtener datos a través de las hojas de verificación.

Estas hojas serán utilizadas para la recopilación de los datos de muestreos, y para identificar la maquinaria o línea de producción que esté presentando la mayor cantidad de inconformidades.

Figura 18. Ejemplo de hoja de verificación

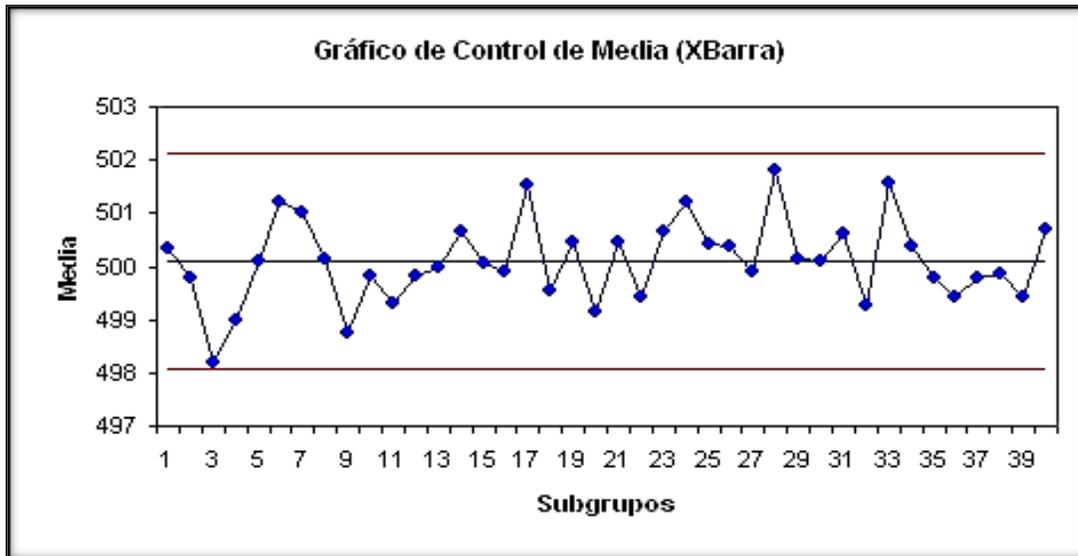
DEFECTO	DIA				TOTAL
	1	2	3	4	
Tamaño erróneo					26
Forma errónea					9
Depto. Equivocado					8
Peso erróneo					37
Mal Acabado					7
<b>TOTAL</b>	25	20	21	21	87

Fuente: *Hoja de verificación*. <https://www.google.com.gt/search?q=hoja+de+verificacion+ejemplo&biw=1517&bih=741&source=>. Consulta: agosto de 2015.

- Gráficos de control: se utilizan para controlar el desarrollo de los procesos de producción e identificar posibles inestabilidades y circunstancias anómalas.

Los gráficos de control no permitirán monitorear la calidad de la producción, manteniendo el proceso bajo los parámetros previamente establecidos. Se puede conocer cuando un proceso se salga de control estadístico y aplicar las medidas preventivas y correctivas, según sea el caso.

Figura 19. Ejemplo de gráfico de control

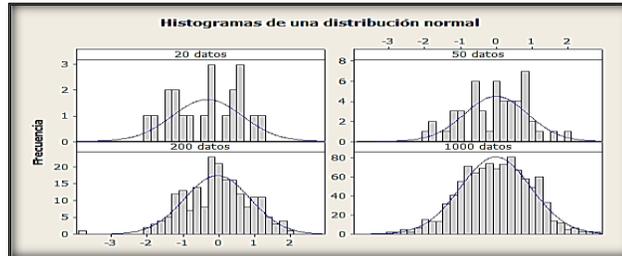


Fuente: *Gráfico de control*. <https://www.google.com.gt/search?q=grafico+de+control+ejemplo&biw=1517&bih=741&source>. Consulta: agosto de 2015.

- Histograma: es una representación gráfica de una variable en forma de barras, donde la superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de los valores representados, ya sea en forma diferencial o acumulada. Sirven para obtener una "primera vista" general, o panorama, de la distribución de la población, o la muestra, respecto a una característica, cuantitativa y continua, de la misma y que es de interés para el observador.

Esta herramienta se utiliza para la comparación y análisis de una variable, es decir, para el análisis de un determinado atributo en diferentes máquinas y evaluar las causas de una posible variabilidad.

Figura 20. **Ejemplo de histograma**

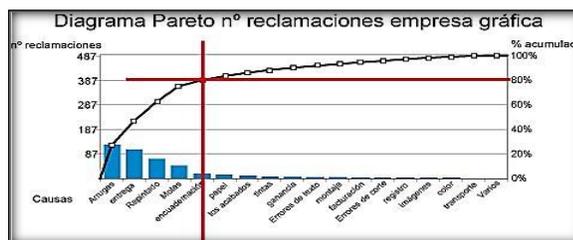


Fuente: *Histograma*. <https://www.google.com.gt/search?q=grafico+de+control+ejemplo&biw=1517&bih=741&source>. Consulta: agosto de 2015.

- Diagrama de Pareto: es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos, cuyo objetivo es ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes. La idea es escoger un proyecto que pueda alcanzar la mejora más grande con el menor esfuerzo.

Este diagrama se utilizará para focalizar y hacer más eficiente la aplicación de medidas preventivas o correctivas.

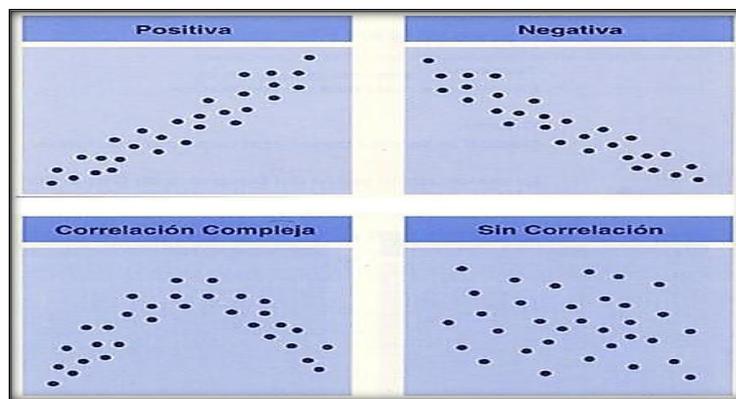
Figura 21. **Ejemplo de diagrama de Pareto**



Fuente: *Diagrama de Pareto*. <https://www.google.com.gt/search?q=grafico+de+control+ejemplo&biw=1517&bih=741&source>. Consulta: agosto de 2015.

- Diagrama de dispersión: es un tipo de diagrama matemático que utiliza las coordenadas cartesianas para mostrar los valores de dos variables para un conjunto de datos. Se emplea cuando una variable está bajo el control del experimentador. Si existe un parámetro que se incrementa o disminuye de forma sistemática por el experimentador, se le denomina parámetro de control o variable independiente y habitualmente se representa a lo largo del eje horizontal.

Figura 22. **Ejemplo de diagrama de dispersión**



Fuente: *Diagrama de dispersión*. <https://www.google.com.gt/search?q=grafico+de+control+ejemplo&biw=1517&bih=741&source>. Consulta: agosto de 2015.

- Muestreo de aceptación: es el proceso de inspección de una muestra de unidades extraídas de un lote con el propósito de aceptar o rechazar todo el lote.

El muestreo de aceptación será de gran importancia en el control de los atributos, ya que esta herramienta permitirá evaluar de manera representativa la producción de la empresa. Siempre teniendo en cuenta el balance entre el costo y la representatividad de los datos.

#### **1.4.4. Costos de la calidad**

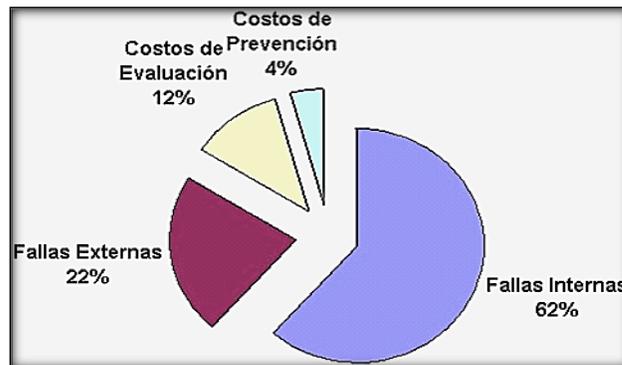
Según Joseph Moses Juran, los costos de la calidad debidamente calculados y presentados constituyen una herramienta fundamental para atraer el interés de la dirección hacia ellos. Los principales objetivos que impulsan a las empresas hacia programas de evaluación de los costos de la calidad son:

- Cuantificar la importancia del problema en un lenguaje que impacte a la alta dirección.
- Identificar las principales oportunidades para la reducción de costos.
- Identificar oportunidades de reducción de la insatisfacción de los clientes y demás problemas similares, para aumentar la posibilidad de venta de los productos.
- Ampliar el control presupuestario y de costos.
- Estimular la mejora por medio de la publicación de datos.

Para una mayor facilidad de su cálculo y análisis, se recomienda dividir el costo de la calidad en varios grupos, identificándolos con las distintas áreas de la función de calidad. De esta forma es posible, al hacer el análisis del costo de la calidad, determinar las áreas funcionales donde la actuación sea más rentable para establecer objetivos y programas conducentes a la mejora de la calidad y la reducción de costos.

Se puede desglosar el costo de la calidad en cuatro grandes grupos:

Figura 23. **Distribución de los costos de la calidad**



Fuente: *Distribución de los costos de la calidad*. <https://www.google.com.gt/search?q=grafico+de+control+ejemplo&biw=1517&bih=741&source>. Consulta: agosto de 2015.

- **Costos de prevención**
  - Los costos comprendidos en la planificación y documentación del sistema de calidad de la compañía (incluyendo el establecimiento de las especificaciones del producto).
  - Los costos de dirección, administración, ejecución y auditoría.
  - Los costos de la planificación e implementación de los programas de motivación y capacitación en las actitudes y operaciones para la calidad.
  - El costo de las medidas y programas de seguridad industrial.

- El mantenimiento preventivo de los equipos de procesos. Esto incluye el costo asociado con los ajustes y reparaciones necesarias.
- Costos de evaluación
  - Los costos relacionados con la inspección de los procesos en la planta, tales como las pruebas a los productos intermedios y finales, inspección y registro de temperatura, incluyendo los costos de recopilación de los registros de calidad.
  - Todos los costos internos de laboratorio. Este ítem también incluye el costo del equipamiento y material descartable de laboratorio, la calibración de equipos y cualquier servicio externo de análisis que pueda ser utilizado.
  - Los salarios del personal de inspección y control de calidad.
  - Los costos relacionados con la inspección final, interna o externa. Los certificados oficiales de inspección final son obligatorios en algunos países y la empresa debe pagar por ellos al Gobierno o a las agencias gubernamentales especializadas.
- Costos por fallas internas
  - Los productos, partes y materiales que no pueden ser usados porque no reúnen los requerimientos de calidad. Se refiere a productos finales, productos intermedios, ingredientes, embalajes, entre otros, que deberían ser desechados voluntariamente u

obligatoriamente, antes que sean vendidos. Esta es una pérdida directa y debe incluir todos los materiales, costos de procesamiento y de mano de obra incurridos en la producción. En particular, incluir los aspectos de la calidad relacionados con el rendimiento, residuos (materias primas, productos intermedios, productos finales, energía, mano de obra, instalaciones), productos subestándares (no reprocesados) y rebajados (también llamados fuera de estándar) debido a la mala calidad.

- Costos por fallas externas
  - Estos son los costos de los defectos encontrados después del envío al comprador o consumidor. Este tipo de falla es probablemente la más cara de todas. Debido a las implicancias comerciales, es muy difícil encontrar valores de este tipo de costo.
  - Los costos de fallas externas pueden involucrar o crear situaciones comerciales, políticas, legales y algunas veces diplomáticas, las cuales son muy difíciles de resolver en la práctica.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO Y SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1. Departamento de Aseguramiento de la Calidad**

Es el responsable de la planificación y ejecución de un conjunto de actividades, que buscan obtener un producto que cumpla con las especificaciones solicitadas por el mercado, el cliente. Este promueve soluciones para los problemas de calidad que se presentan en todas las áreas de producción.

Siguiendo el objetivo principal, reducción de errores. Se presentan errores en los procedimientos, registros, lectura de datos, errores del personal, errores de la maquinaria.

#### **2.1.1. Actividades del departamento**

Entre las actividades que el Departamento de Aseguramiento de la Calidad realiza están la medición sistemática, el establecimiento y comparación con estándares de calidad, el seguimiento de los procesos y todas las actividades que estén asociadas a la documentación y aplicación de los procedimientos que permita tener productos cada vez más homogéneos y sin errores.

El seguimiento y resolución de las devoluciones y reclamos también es parte de las actividades que realiza el Departamento de Aseguramiento de la Calidad. Se tiene claro que las medidas preventivas son el camino a seguir, es decir, reducir el riesgo de que el cliente opte por devolver el producto o hacer

cualquier reclamo. Se trabaja para brindar la total satisfacción al cliente aunque si existe cierta cantidad de producto devuelto.

El departamento es el encargado de hacer muestreos en las líneas de producción si en determinado caso un lote presentó reclamos o devoluciones por el cliente. Ellos evalúan la calidad del proceso mediante evaluaciones de muestras de producto. El problema existe ya que el muestreo y por ende las medidas correctivas son realizadas después que el cliente quedo inconforme con la calidad del producto que le fue vendido.

El procedimiento de trazabilidad también es responsabilidad del departamento, ya que este especifica los estándares y medidas de comparación que se deben tener actualizadas en todos los productos y procedimientos que realice el área de producción. Los procedimientos de control de registros, acciones correctivas y preventivas, procedimiento de auditorías internas, el control del producto no conforme, el manejo y control de materiales extraños, la liberación de la materia prima, la codificación de los productos y la actualización del manual de calidad de la empresa es responsabilidad directa del Departamento de Aseguramiento de la Calidad.

### **2.1.2. Estructura organizacional**

Sistema utilizado para definir una jerarquía dentro de una organización. Identifica cada puesto, su función y dónde se reporta, dentro de la organización. La estructura organizacional del Departamento de Aseguramiento de la Calidad se presenta de la siguiente manera:

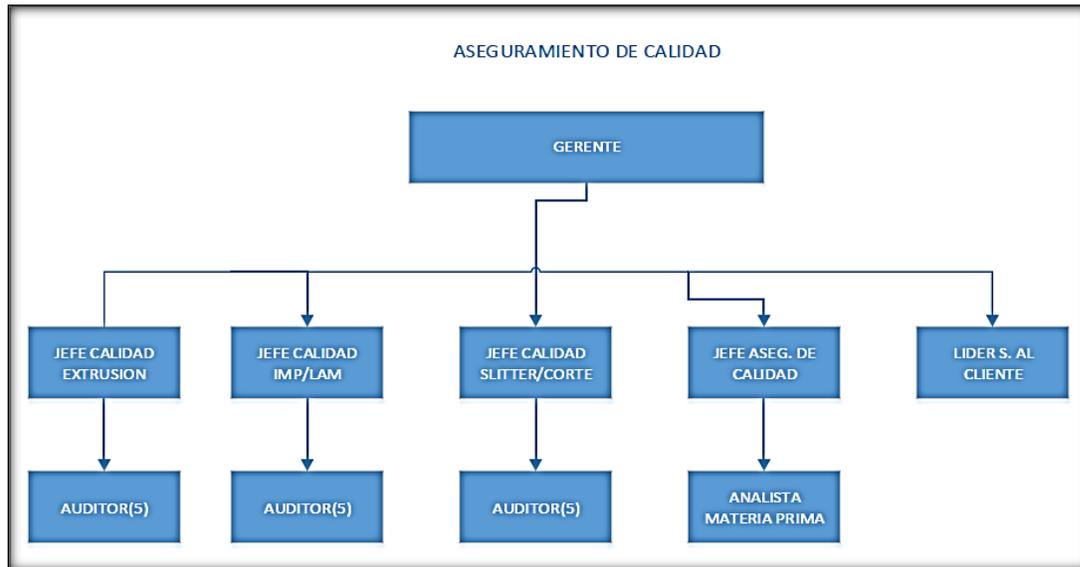
- Gerente del Departamento de Aseguramiento de la Calidad: es el responsable de la planeación y dirección del Departamento de

Aseguramiento de la Calidad es el que toma las decisiones y crea las políticas que lleven al mejoramiento continuo de la calidad de procesos y productos.

- Jefa del Departamento de Aseguramiento de la Calidad: es la responsable directa de la calidad de los procesos y productos de todos los departamentos.
- Jefe de Calidad de Extrusión: es el responsable directo de la calidad de extrusión.
- Jefe de Calidad de Impresión y Laminación: es el responsable directo de la calidad de impresión y laminación.
- Jefe de Calidad de *Slitter* y Corte: es el responsable directo de la calidad de *slitter* y corte.
- Líder de Servicio al Cliente: tiene a su cargo el monitoreo y control de los reclamos y devoluciones de producto.

A continuación se muestra el organigrama organizacional del Departamento de Aseguramiento de la Calidad.

Figura 24. **Organigrama organizacional del Departamento de Aseguramiento de la Calidad**



Fuente: elaboración propia.

### 2.1.3. Análisis de puestos del departamento

Gerente de Aseguramiento de la Calidad: se encarga de dirigir y controlar las actividades de los departamentos relacionados con la elaboración del producto en materia de calidad. Dirigir el diseño e implementación de las políticas y estrategias en materia de calidad.

El gestor de Calidad: es el responsable de la calidad de los procesos y de la conformidad de los productos, monitoreando y controlando los parámetros y atributos de este. La liberación de producto y de la materia prima en producción es responsabilidad del gestor de Calidad, así como la ejecución de un sistema de gestión de la calidad que garantice la conformidad de los productos.

#### **2.1.4. Registros**

El objetivo es tener un efectivo control para identificar, controlar, almacenar, proteger, recuperar, retener y disponer de los registros del sistema de gestión de calidad, así como dejar evidencia de las actividades que cumplan con la trazabilidad requerida.

##### **2.1.4.1. Elaboración de nuevo registro**

Los registros se llevan a cabo para la inspección y monitoreo de los procesos de producción y para controlar de mejor manera las características del producto, parámetros y atributos. Los registros pueden ser nuevos procedimientos, nuevas especificaciones, nuevos instructivos, resultados de muestreos, planificación de muestreos, entre otros.

Cuando se detecte la necesidad de elaborar un nuevo registro, el dueño del formato lo debe realizar de acuerdo al requerimiento del área donde será utilizado y cumpliendo con el formato de identificación de registros, una vez elaborado se envía al gestor de la Calidad para que lo suba al sistema y quede aprobado.

##### **2.1.4.2. Identificación de registros**

La identificación de los registros se realiza por medio del título y la codificación de los mismos. Siempre que sea posible debe llevar en el encabezado el logo de la empresa, el título del documento, código, núm. de revisión, fecha de revisión y en caso de ser la primera edición del documento la fecha de creación. Las primeras dos letras del código corresponde al tipo de documento (procedimiento, instructivo, formato, entre otros), las segundas dos

letras indican la gerencia a la que pertenece (general, ventas, financiera, entre otros), las terceras letras identifican al departamento (extrusión, impresión, *slitter*, entre otros) y las últimas corresponde al número correlativo por proceso.

#### **2.1.4.3. Control y accesibilidad a los registros**

Cada jefe de área o dueño de algún proceso es responsable de planificar el control de los registros utilizados en su área a través del formato maestro de registros FR-GC-GC-002.

#### **2.1.4.4. Almacenamiento y protección de los registros**

Cada dueño del proceso es responsable de almacenar y proteger los registros generados en su respectivo proceso y asegurarse que no se dañen, deterioren, o pierdan. La forma en que se almacenarán en cada proceso se describe en el listado maestro de registros, ya que el responsable de los registros decide si los tiene en fóliders, archivadores o en carpetas en electrónico.

#### **2.1.4.5. Recuperación de los registros**

Todos los registros deben estar debidamente identificados para su fácil recuperación, y almacenados de acuerdo a lo descrito en el formato FR-GC-GC-002.

## **2.1.5. Procedimientos del Departamento de Aseguramiento de la Calidad**

Un procedimiento es un conjunto de acciones u operaciones que tienen que realizarse de la misma forma, para obtener siempre el mismo resultado bajo las mismas circunstancias.

### **2.1.5.1. Procedimiento para el control de producto no conforme**

La detección de productos no conformes puede surgir como resultado de las inspecciones o controles realizados, en los que no se cumplan con las especificaciones en los distintos procesos de Polytec, incluyendo los rechazos de parte del cliente; las etapas básicas para la identificación de producto no conforme son:

- Productos comprados: cuando un producto comprado no cumpla con los requisitos especificados de compra.
- Producto terminado o en proceso: cuando se detecta un producto en proceso de producción o un producto ya terminado, que no cumple con los requisitos especificados.
- Producto terminado entregado al cliente: cuando sea el cliente quien detecta la no conformidad en el producto, porque no cumple con las especificaciones solicitadas.
- Identificación del producto no conforme: la persona que detecte un producto no conforme debe identificarlo como tal, para prevenir su

posible utilización por error, mientras se decide el tratamiento que se va a aplicar. Se procede a identificarlo con la etiqueta de NO CONFORME o la etiqueta de material EN OBSERVACION y se debe ubicar en una zona especialmente dispuesta para este efecto. Este es un procedimiento obligatorio y estándar de un sistema de gestión de calidad.

#### **2.1.6. Responsabilidades del Departamento de Aseguramiento de la Calidad**

Es importante que cada departamento responsable de la transformación del producto sepa cuáles deben ser sus responsabilidades y el alcance de sus decisiones. El Departamento de Aseguramiento de la Calidad actúa coordinado con los departamentos de Extrusión, Impresión y Laminación, *Slitter* y corte para asegurar la calidad del producto. A continuación se detallan algunas de las responsabilidades del departamento.

- Es responsabilidad de cualquier empleado del departamento, informar al jefe inmediato de la detección de algún producto no conforme.
- Es responsabilidad del jefe del área que generó el material no conforme darle seguimiento hasta definir si se pica, si se envía o solicita reposición.
- En caso de que algunos de los jefes no se pongan de acuerdo sobre quien tuvo la responsabilidad, el gerente de Producción o gerente de Ventas la tomará.
- Es responsabilidad del gestor de calidad la elaboración y actualización de este procedimiento.

- Es responsabilidad del gerente de Calidad aprobar y darle seguimiento a este procedimiento.

### **2.1.7. Inspección**

El gestor de Calidad elabora el programa anual de auditorías internas de calidad PC-GC-GC-001 y se lo presenta al gerente de Calidad. En el programa debe tomar en cuenta el estado y la importancia de los procesos a auditar, así como los resultados de auditorías previas. El mínimo de auditorías a realizar durante un año debe ser una.

El gerente de Calidad, representante de la Dirección nombra al auditor líder de acuerdo al resultado de las evaluaciones de las competencias y al desempeño en las auditorías realizadas.

## **2.2. Descripción de los procesos**

A continuación se describen los cinco procesos productivos principales en la elaboración de empaques de plástico flexibles:

### **2.2.1. Materia prima**

La mayor parte de las resinas de polietileno y polipropileno son importadas y vienen en una presentación granulada. Los residuos y desperdicios son enviados al Área de Peletizados para poder ser reprocesados para elaboración de bolsas de gabacha.

### **2.2.1.1. Polietileno**

El polietileno es utilizado de forma directa en las extrusoras y coextrusoras en la fabricación de todo tipo de película flexible. Es uno de los materiales más utilizados debido a su bajo costo y su simplicidad de fabricación. El polietileno existe de dos tipos: polietileno de alta densidad y polietileno de baja densidad. El polietileno sirve para base en la elaboración de mezclas con otras materias primas como hexenos, polipropilenos, lineal buteno, y todo tipo de *masterbatchs* (colorantes). Algunos de los productos elaborados con polietileno de baja densidad son: bolsas para supermercado, *boutiques*, congelados, panificadoras, películas agropecuarias, empaques para leche, jabones, industria alimenticia, empaque al vacío, entre otros.

### **2.2.1.2. Polipropileno**

El polipropileno es un polímero termoplástico que pertenece al grupo de las poliolefinas y es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones como lo son los empaques de alimentos, tejidos de laboratorio, películas transparentes, entre otros. Al igual que el polietileno el polipropileno es utilizado en mezclas con otros polímeros para lograr densidades y características físicas y mecánicas requeridas por los clientes. El polipropileno tienen una mayor densidad que el polietileno de baja densidad y similar al polietileno de alta densidad, con la diferencia que el polipropileno tiene una temperatura de reblandecimiento más alta y una mayor resistencia al *stress cracking*.

## **2.2.2. Extrusión**

Proceso de transformación de polietileno, aditivos y pigmentos en forma de *pellet* a una película de plástico. Al ser mezclados los materiales necesarios

según las formulaciones, pasa a un extrusor compuesto por un tornillo sin fin, en el cual los materiales son procesados a una temperatura de alrededor de 155 °C y transformados en una burbuja plástica, en donde se le da el espesor y ancho según lo requerido por el cliente. El polímero funde por acción mecánica en combinación con la elevación de su temperatura por medio de calentamiento del cañón. La acción mecánica incluye los esfuerzos de corte y el arrastre, que empuja el polímero hacia la boquilla e implica un incremento en la presión.

La primera fusión que se presenta en el sistema ocurre en la pared interna del cañón, en forma de una película delgada, resultado del incremento en la temperatura del material y posteriormente también debida a la fricción. Cuando esta película crece, es desprendida de la pared del cañón por el giro del husillo, en un movimiento de ida y vuelta y luego un barrido, formando un patrón semejante a un remolino, o rotatorio sin perder el arrastre final. Esto continúa hasta que se funde todo el polímero. Luego de pasar por una serie de rodillos, es embobinada en tubos de cartón para ser trasladado al siguiente proceso.

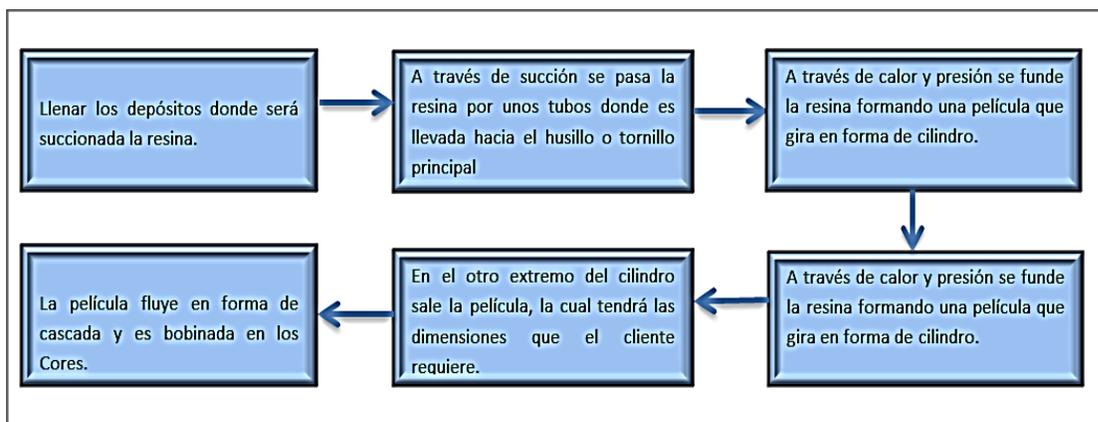
Figura 25. **Proceso de extrusión**



Fuente: *Proceso de extrusión*. <https://www.google.com.gt/search?q=grafico+de+control+ejemplo&biw=1517&bih=741&source>. Consulta: agosto de 2015.

La extrusión de láminas y películas es una de las aplicaciones más importantes de la extrusión de polímero, por medio de esta tecnología es posible extrudir una película con un color de fondo y otro de cara o como un sándwich en el cual un material se encuentra en la capa intermedia y otro u otros en las exteriores. Láminas multicapa han sido comercialmente utilizadas de entre 2 y 5 capas, aunque es posible utilizar más capas, las aplicaciones no han exigido este desarrollo con mayor amplitud.

Figura 26. **Diagrama de secuencia del proceso de extrusión**



Fuente: elaboración propia.

La coextrusión de lámina puede llevarse a cabo por 2 técnicas:

- Dado para extrusión multicapa. Que permite 2 o hasta 3 capas de polímero, pero presenta baja eficiencia y poca estabilidad.
- Flujos que se encuentran en el dado por medio de canales dosificadores. Por esta técnica es posible obtener diferentes capas con buena distribución y homogeneidad.

Figura 27. **Extrusión: burbuja polietileno gris**



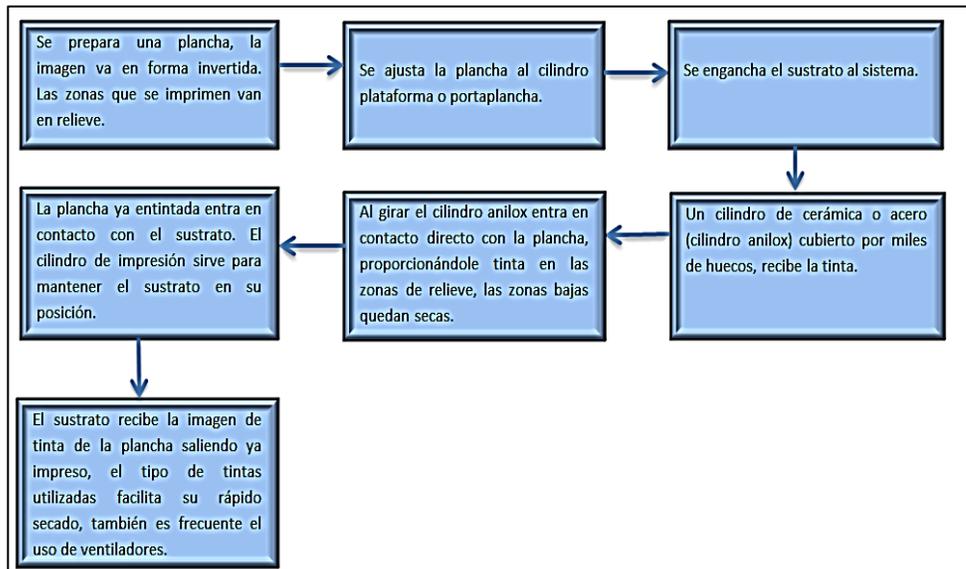
Fuente: *Burbuja polietileno gris*. <https://www.google.com.gt/search?q=grafico+de+control+ejemplo&biw=1517&bih=741&source>. Consulta: agosto de 2015.

### **2.2.3. Impresión**

Proceso de imprimir diseños en las películas plásticas. La impresión es realizada por impresoras flexográficas que usan tintas de base solvente para un secado rápido; se imprimen de 1 a 8 colores según el diseño de impresión de cada empaque flexible.

Se montan las bobinas a la impresora, la máquina empieza a correrlas e imprimir sobre ellas, pasa la película impresa en un túnel de secado y se vuelven a embobinar para el siguiente proceso.

Figura 28. Diagrama de secuencia del proceso de impresión flexográfica

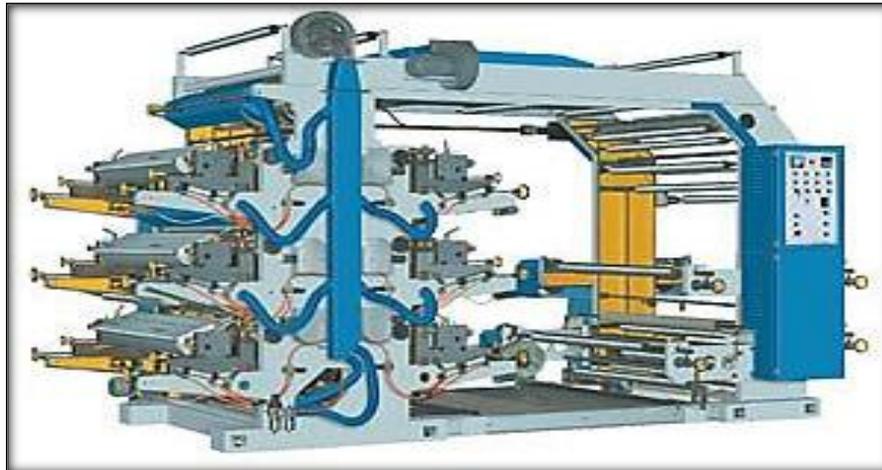


Fuente: elaboración propia.

Existen compañías taiwanesas dedicadas a la producción y distribución de impresoras flexográficas de diferentes tamaños y diseños. Algunos tipos de impresoras flexográficas son:

- Impresoras flexográficas
- Impresoras flexográficas con ancho de 1 500 mm
- Impresoras flexográficas con ancho de 800 mm
- Impresoras flexográficas con tambor individual
- Impresoras flexográficas de 2 colores
- Impresoras flexográficas de 4 colores
- Impresoras flexográficas de 6 colores
- Impresoras flexográficas de 8 colores

Figura 29. **Impresora flexográfica**



Fuente: *Impresora flexográfica*. <https://www.google.com.gt/search?q=m%C3%A1quina+impresora+flexogr%C3%A1fica&biw=>. Consulta: agosto de 2015.

#### **2.2.4. Laminación**

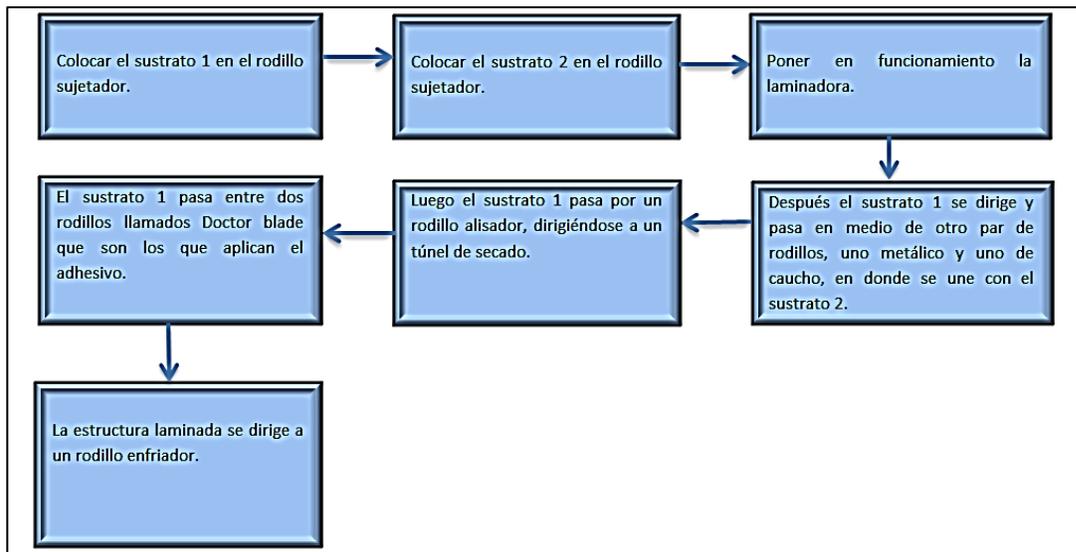
Proceso que consiste en adherir dos o más películas plásticas entre sí con adhesivo. Se utiliza adhesivo sin solvente. Se cargan las bobinas que se quieren adherir, pasan por la cámara de aporte de adhesivo y se unen las láminas. Luego se embobina la unión de ambas películas y se seca por alrededor de 7 horas fuera de la máquina antes de pasar al siguiente proceso. Lo que se busca con la laminación es lograr combinaciones de propiedades de materiales como sellabilidad, barreras al oxígeno, agua o protección al producto o a tintas utilizadas.

Figura 30. Laminadora



Fuente: *Laminadora*. <https://www.google.com.gt/search?q=m%C3%A1+quina+impresora+flexogr%C3%A1fica&biw=>. Consulta: agosto de 2015.

Figura 31. Diagrama de secuencia del proceso de laminación

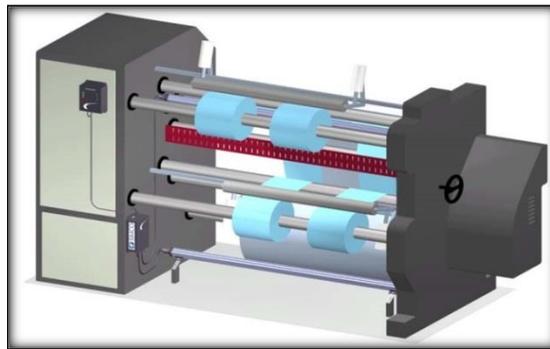


Fuente: elaboración propia.

### 2.2.5. *Slitter*

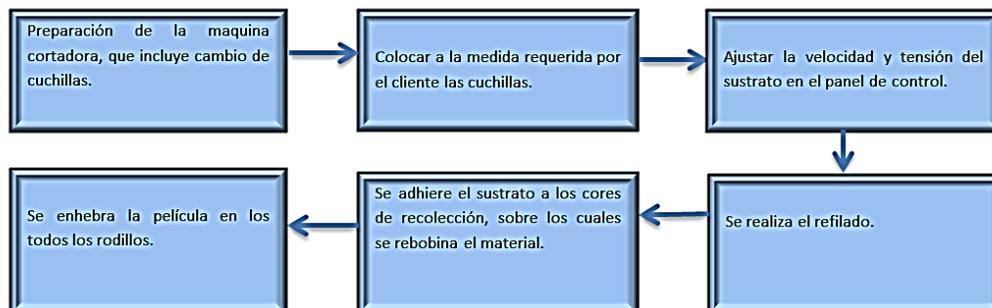
Proceso de transformación de bobinas madres a hijas. Se carga la bobina madre, se orientan las cuchillas en función de las dimensiones que se necesitan las bobinas hijas y la máquina empieza a funcionar. Las bobinas hijas se trasladan al siguiente proceso.

Figura 32. *Slitter*



Fuente: *Slitter*. <https://www.google.com.gt/search?q=m%C3%A1quina+slitter+flexogr%C3%A1fica&biw=>. Consulta: agosto de 2015.

Figura 33. **Diagrama de secuencia del proceso de *slitter***



Fuente: elaboración propia.

### 2.2.6. Corte

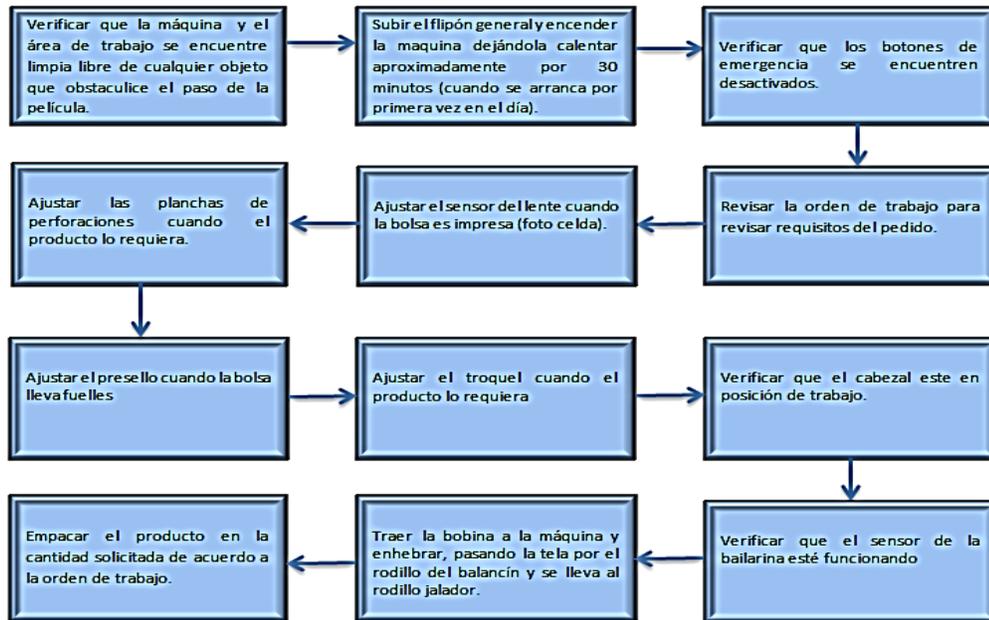
Proceso destinado a la transformación final de las bobinas. Se encarga de dimensionar el material, sellado, y cortado; se pueden clasificar según el tipo de sello: fondo, lateral y longitudinal dando origen a diferentes tipos de bolsas como: *pouch*, *doypack*, *flowpack*, *wicket*, gabacha, jarreta, entre otros.

Figura 34. Cortadora Queen's



Fuente: Cortadora Queen's. <https://www.google.com.gt/search?q=m%C3%A1quina+cortadora+queens%C3%A1fica&biw=>. Consulta: agosto de 2015.

Figura 35. Diagrama de secuencia del proceso de corte



Fuente: elaboración propia.

### 2.2.7. Maquinaria

- Extrusoras: Luigi Bandera, Carnevalli
- *Slitter*: Prostil- E Turret
- Impresora: Comexi FW 1508
- Cortadora: Hudso Sharp, Quees, Polystar

### 2.3. Inspección de calidad en los procesos

Cada departamento tiene sus manuales de procedimientos en los cuales se detalla la forma de correcta de realizarlos, con el objetivo de estandarizarlos y mejorar la calidad.

### **2.3.1. Procedimientos**

Es responsabilidad de todos los departamentos tener actualizados anualmente todos sus procedimientos, los cuales deben estar impresos con firmas del jefe de departamento y de la gerencia del departamento. Además, debe existir una copia en PDF del procedimiento.

### **2.3.2. Documentación**

Polytec busca tener todos su departamentos debidamente documentados con procedimientos, instructivos y formatos los cuales sirven de referencia y como parte del sistema de gestión de calidad.

## **2.4. Análisis de reclamos y devoluciones**

Polytec cuenta con un procedimiento de manejo de los reclamos y devoluciones del cliente. Es importante tener un sistema de análisis preventivo y correctivo de los reclamos y devoluciones, ya que siempre se debe mantener al cliente satisfecho y con deseo de seguir adquiriendo los productos.

### **2.4.1. Procedimientos**

- Provenientes del cliente: se ingresará al sistema Isosystem los rechazos del cliente de acuerdo con las siguientes clasificaciones: mayor al 5 % del pedido en la clasificación A CL – Devoluciones clientes. Menor al 5 % del pedido en la clasificación A CLIEN- Devoluciones menores al 5 %. En la clasificación ACLI Devoluciones clientes solo para nota de crédito, cuando han transcurridos más de 3 meses del despacho del pedido.

- Reclamos de clientes: dentro de la clasificación A CLIR Reclamos clientes, los cuales llevarán un plan de contención con responsables asignados para ejecutar la tarea que pueden ser solo correcciones.
- No todos los reclamos o rechazos ingresados a Isosystem tendrán formalmente una respuesta al cliente, pudiendo ser una llamada de ventas, una visita, una carta, un correo electrónico, entre otros.
- Tomar en cuenta que cuando por cualquier circunstancia se dé un rechazo con un tiempo mayor a 3 meses quedará a criterio del gerente de Calidad si se procede a realizar análisis o si solo se ejecutan planes de contención, por el tiempo que ha transcurrido.

#### **2.4.2. Políticas**

El Departamento de Aseguramiento de la Calidad a través del encargado de atención de rechazos y reclamos provenientes de los clientes, se encarga de evaluar los pedidos que el cliente reclama con porcentajes elevados de inconformidad, y se ingresan como acciones correctivas de reinspección y reposición de producto no conforme, según la siguiente clasificación:

- En pedidos de 2 000 Kg en adelante, si el rechazo es mayor al 10 % del pedido.
- En pedidos de 1 000 Kg en adelante pero menor a 2 000, si el rechazo es mayor al 20 % del pedido.
- En pedidos de 600 Kg en adelante pero menores a 1 000 si el rechazo es mayor al 30 % del pedido.
- Cuando se rechace el 100 % del total del pedido.

### **2.4.3. Inconformidades más frecuentes**

- De registro: que no mantiene el registro de la impresión en la caída de colores al momento de caer en el sustrato.
- Trama mal impresa: desfase de existe cuando un color no es montado correctamente sobre otro.
- Pestaña: proporción de material que excede de uno o más lados de una bolsa.
- Resistencia: propiedad que presentan los materiales para soportar las diversas fuerzas en oposición al cambio de forma y a la separación.
- Impresión corrida: corrimiento de una imagen de su posición correspondiente.
- Tinta removida: aspecto de piel de naranja en películas laminadas causado por la remoción de la tinta.
- Material lastimado: material que ha sido sometido en condiciones no óptimas de traslado, manejo o almacenamiento.
- Venas: variación de calibre en la película que cuando cae sobre una misma posición genera protuberancia en el rollo.
- Arruga: traslape o quiebre en la película del material.
- Frenado: cuando se tiene un COF alto en una película.

- Bloqueo: pegado que puede ser generado por el exceso de migración de aditivos.
- Apariencia gelada: apariencia opaca del material que puede ser generada por problema de temperatura en máquina o materiales con índice de fusión incorrecto.
- Grumos: contaminación con *melt index* bajo y partículas de *melt index* alto, mezcla incorrecta.
- Marimbeo: efecto de gradeado en la impresión flexográfica.
- Gramaje: propiedad de los materiales laminados que determina en peso correspondiente a una área determinada del material.
- Contaminación: adición de contaminantes de tipo físico, químico o biológico a un material.
- Material caído: defecto en los materiales que contiene atributo de planicidad.
- Burbujas: aire atrapado en el proceso de laminación generado por tensión superficial baja de alguno de los sustratos, contaminación, comportamiento de las tintas, entre otros.
- Estática: carga eléctrica generada por dos cuerpos.
- Pigmentación: mala dispersión de cualquier pigmento adicionado a un material.

Para conocer los atributos que ocasionan el mayor impacto en la calidad de los productos es necesario registrar y analizar las causas que provocan la no conformidad de los clientes. Las no conformidades más frecuentes en el 2014 se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla VI. Tabulación de reclamos y devoluciones por no conformidades en el producto en el 2014**

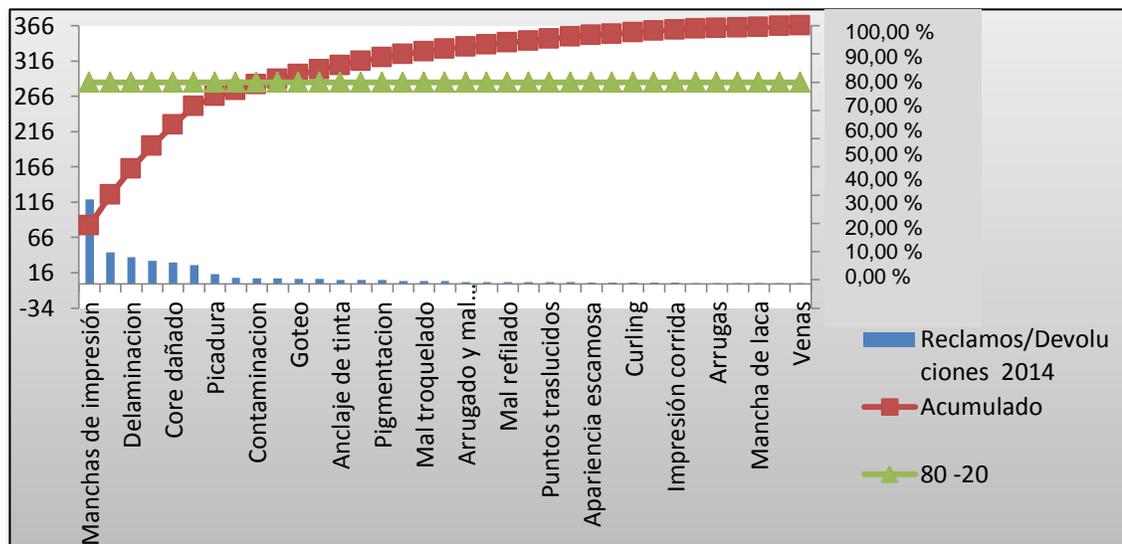
<i>NO.</i>	<i>DEFECTO</i>	<i>Reclamos/Devoluciones 2014</i>	<i>Acumulado</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>AREA</i>
1	Manchas de impresión	120	32.78688525	32.78688525	Impresión
2	Delaminacion	38	43.16939891	10.38251366	Laminacion
3	Sellabilidad	33	52.18579235	9.016393443	Varios
4	Core dañado	31	60.6557377	8.469945355	Slitter
5	Tonalidad	27	68.03278689	7.37704918	Impresión
6	Picadura	14	71.8579235	3.825136612	Extrusion
7	Lastimaduras	9	74.31693989	2.459016393	Varios
8	Contaminación	8	76.50273224	2.18579235	Varios
9	Grumos	8	78.68852459	2.18579235	Extrusion
10	Goteo	7	80.6010929	1.912568306	Ventas
11	Material arrugado	7	82.5136612	1.912568306	Slitter
12	Anclaje de tinta	6	84.15300546	1.639344262	Extrusion
13	Impresión Borrosa	6	85.79234973	1.639344262	Impresión
14	Pigmentacion	6	87.43169399	1.639344262	Varios
15	Brinco en impresión	4	88.52459016	1.092896175	Impresión
16	Mal troquelado	4	89.61748634	1.092896175	Corte
17	Traslucidez	4	90.71038251	1.092896175	Varios
18	Arrugado y mal refilado	3	91.53005464	0.819672131	Slitter
19	Desface	3	92.34972678	0.819672131	Corte
20	Mal refilado	3	93.16939891	0.819672131	Slitter
21	Pin-hol	3	93.98907104	0.819672131	Laminacion
22	Puntos traslucidos	3	94.80874317	0.819672131	Laminacion
23	Rayones de impresión	3	95.6284153	0.819672131	Impresión
24	Apariencia escamosa	2	96.17486339	0.546448087	Extrusion
25	Bloqueo	2	96.72131148	0.546448087	Extrusion
26	Curling	2	97.26775956	0.546448087	Extrusion
27	Fantasma	2	97.81420765	0.546448087	Impresión
28	Impresión corrida	2	98.36065574	0.546448087	Impresión
29	Apariencia humeda	1	98.63387978	0.273224044	Extrusion
30	Arrugas	1	98.90710383	0.273224044	Extrusion
31	DeRegistro	1	99.18032787	0.273224044	Impresión
32	Mancha de laca	1	99.45355191	0.273224044	Impresión
33	Opacidad	1	99.72677596	0.273224044	Pendiente
34	Venas	1	100	0.273224044	Extrusion

Fuente: información proporcionada por la empresa Polímeros y Tecnología S. A.

### 2.4.3.1. Diagrama de Pareto

Utilizando los datos de la tabla V que muestra el porcentaje de rechazos y reclamos provocados por cada atributo, se aplica la herramienta de calidad diagrama de Pareto para determinar los atributos que mayor incidencia tienen a nivel general en la producción.

Figura 36. **Diagrama de Pareto de no conformidades del producto en el 2014**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

El gráfico de Pareto para las no conformidades ocasionadas por atributos muestra que el 80 % de los efectos es provocado por el 29 % de las causas, esto claramente corrobora el principio de Pareto el cual dice que aproximadamente el 20 % de las causas provoca el 80 % de los efectos en un proceso. Esto indica que para poder hacer un uso más eficiente de los recursos destinados a la mejora de la calidad en los productos se deberá monitorear y

controlar de la causa núm.1 a la núm.10 de la tabla V: manchas de impresión, delaminación, sellabilidad, core dañado, tonalidad, picadura, lastimadura, contaminación, grumos y goteo.

#### 2.4.4. Clientes más exigentes en el control de atributos

A continuación se presenta la tabulación de los clientes más exigentes en la tabla VII.

Tabla VII. **Tabulación de los clientes que presentaron más reclamos en el 2014**

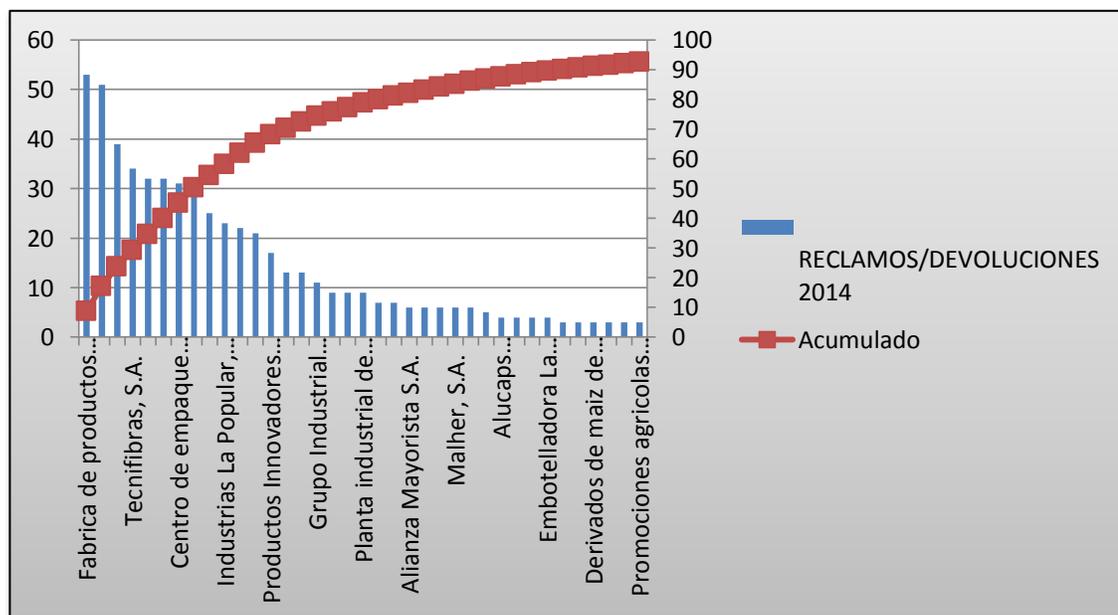
NO.	CLIENTE	RECLAMOS/DEVOLUCIONES 2014	Acumulado	Porcentaje
1	Fabrica de productos alimenticios Rene y Cia	53	8.803986711	8.803986711
2	Expro, S.A.	51	17.27574751	8.471760797
3	Industria Manufacturera de Plastico y Papel , S.A.	39	23.75415282	6.478405316
4	Tecnifibras, S.A.	34	29.40199336	5.647840532
5	Alimentos, S.A.	32	34.71760797	5.315614618
6	Henkel La Luz, S.A.	32	40.03322259	5.315614618
7	Centro de empaque Kalel, S.A.	31	45.18272425	5.149501661
8	Productos alimenticios Yaesta, S.A.	31	50.33222591	5.149501661
9	Arrocera los Corrales, S.A.	25	54.48504983	4.15282392
10	Industrias La Popular, S.A.	23	58.30564784	3.820598007
11	Ina, S.A.	22	61.96013289	3.65448505
12	Guatemalan Candies, S.A.	21	65.44850498	3.488372093
13	Productos Innovadores Asama, S.A.	17	68.27242525	2.823920266
14	Alimentos Regia, S.A.	13	70.43189369	2.159468439
15	Australia Dairy goods, S.A.	13	72.59136213	2.159468439
16	Grupo Industrial Alimenticio	11	74.41860465	1.827242525
17	Bimbo Centroamerica, S.A.	9	75.91362126	1.495016611
18	Fabrica de bebidas gaseosas	9	77.40863787	1.495016611
19	Planta industrial de Guatemala, S.A.	9	78.90365449	1.495016611
20	Cerveceria Centro Americana S.A.	7	80.06644518	1.162790698
21	Industria la Popular, S.A.	7	81.22923588	1.162790698
22	Alianza Mayorista S.A.	6	82.22591362	0.996677741
23	Innovaprint, S.A.	6	83.22259136	0.996677741
24	Inyectores de plastico, S.A.	6	84.2192691	0.996677741
25	Malher, S.A.	6	85.21594684	0.996677741
26	Maquinas Exactas, S.A.	6	86.21262458	0.996677741
27	Envasadora de alimentos	5	87.04318937	0.830564784
28	Alucaps Centroamericana, S.A.	4	87.7076412	0.664451827
29	Compañía de alimentos del pacifico	4	88.37209302	0.664451827
30	Compañía desarrollo bananero	4	89.03654485	0.664451827
31	Embotelladora La Mariposa, S.A.	4	89.70099668	0.664451827
32	Adquisiciones y Representaciones, S.A.	3	90.19933555	0.49833887
33	Café Leon, S.A.	3	90.69767442	0.49833887
34	Derivados de maiz de Guatemala, S.A.	3	91.19601329	0.49833887
35	Distribuidora de Nylon S.A.	3	91.69435216	0.49833887
36	Pollo Campero	3	92.19269103	0.49833887
37	Promociones agricolas industriales y comerciales, S.A.	3	92.6910299	0.49833887

Fuente: información proporcionada por la empresa Polímeros y Tecnología S. A.

### 2.4.4.1. Diagrama de Pareto

A continuación se muestran los clientes con más reclamos en el 2014 en la figura 37.

Figura 37. Diagrama de Pareto de los clientes con más reclamos en 2014



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

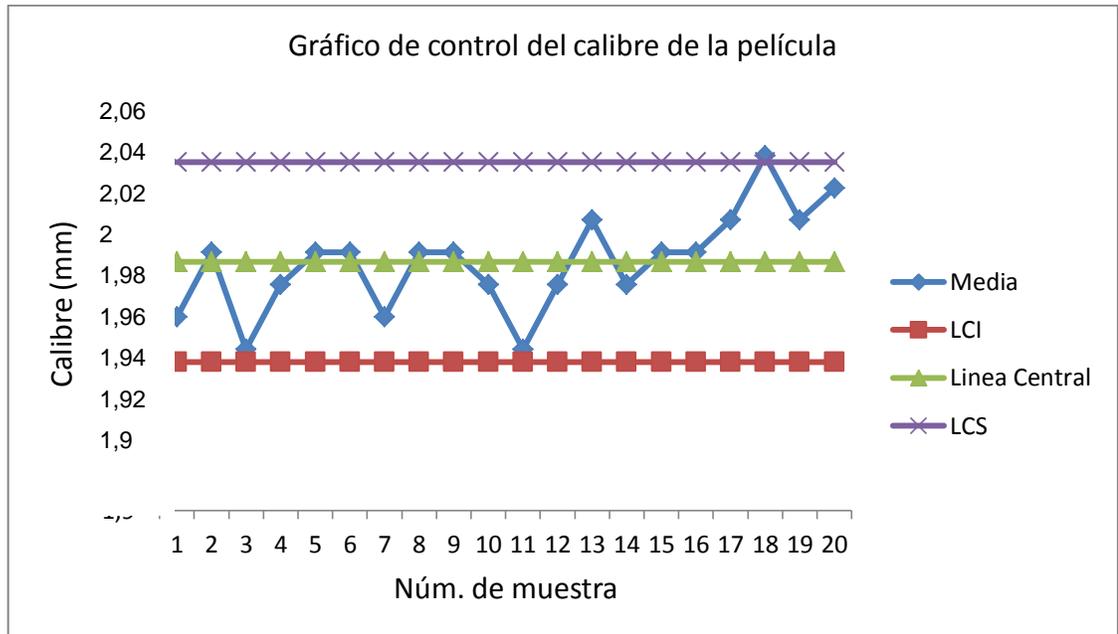
En análisis de los clientes no se cumple el principio de Pareto ya que el 80 % de los efectos es provocado por el 54 % de las causas. Se debe hacer un análisis más profundo para identificar que causas es más factible controlar, y hacer un análisis económico de la rentabilidad de ejecutar acciones correctivas o preventivas sobre estas causas. En el análisis de la distribución de los datos de los clientes se encuentra que el 20 % de las causas que señala Pareto solamente me provoca el 50 % de los efectos.

#### **2.4.5. Gráficos de control de variables inspeccionadas**

Actualmente, la empresa tiene implementado un sistema de control de variables en el producto. Las variables son monitoreadas y controladas a través de gráficos (medias) y gráficos R (rangos). Estos tipos de gráficos de control son utilizados en muchos procesos industriales que se pueden definir como de tipo “masivo”, en el sentido de que producen muchos artículos, partes o componentes durante un lapso de tiempo pequeño. Algunos otros ejemplos de procesos masivos de producción pueden ser: líneas de ensamble, máquinas empacadoras, procesos de llenado, moldeo de piezas, entre otros. Otra característica importante de los procesos para la utilización de gráficos  $R-\bar{x}$  es que la variable de salida debe ser del tipo continuo, es decir, existen una infinidad de valores asignables para la variable, no solo del tipo entero como el caso de los atributos.

Los gráficos de medias tienen el objetivo de medir la variabilidad en las medias de las muestras de un proceso y son utilizados para inspeccionar y controlar variables como, troquelado, refilado, de registro, calibre, entre otros, porque son del tipo continuo y del tipo masivo. A continuación se presenta el gráfico de control de una de las variables que se inspeccionan y monitorean en extrusión:

Figura 38. Gráfico de control de la variable “calibre”



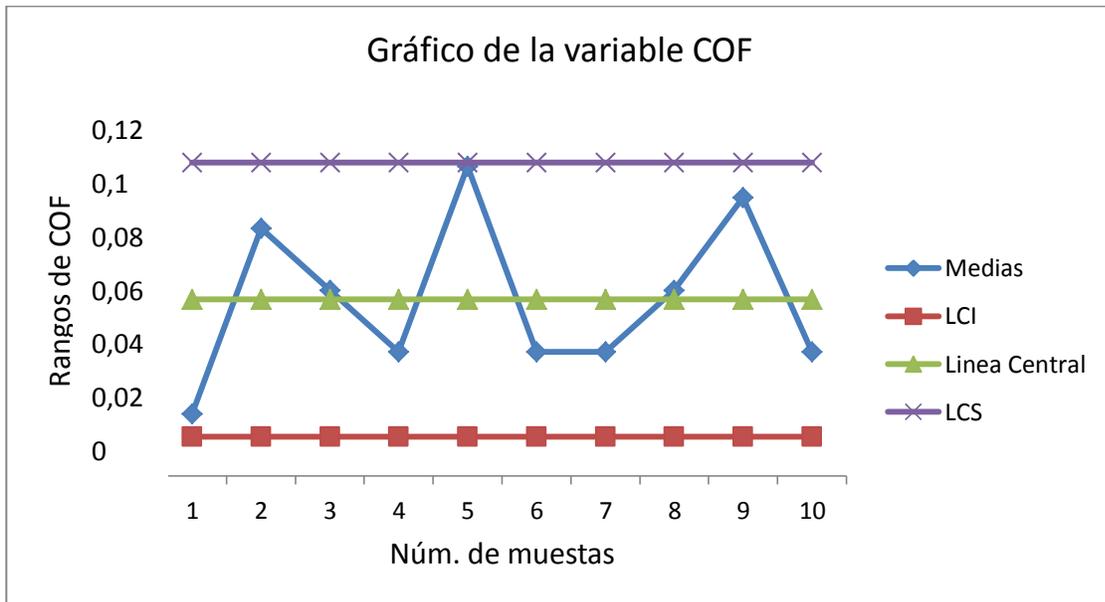
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

Observando y analizando el gráfico de control de la variable calibre se puede concluir que existen deficiencias en el control de dicha variable, debido a que uno de los puntos, es decir una de las medias está fuera de los límites críticos establecidos y allí pudiera haber un rechazo por parte del cliente. Es necesario evaluar los procedimientos de toma y tabulación de los datos y determinar si está diseñado de la manera correcta y si se está realizando de manera correcta.

Los gráficos de rangos R tienen utilizadas para medir variables como coeficiente de fricción, ancho de las bobinas, largo de cores, ya que estos son del tipo continuo pero no son del tipo masivo. A continuación se presenta el

gráfico de control para la variable COF la cual puede estar definida entre ciertos rangos requeridos por el cliente.

Figura 39. **Gráfico de control de la variable “COF”**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

Como se puede observar en el gráfico de rangos para la variable COF el proceso está en control estadístico, ya que ningún punto se sale de los límites críticos, aunque existen algunos demasiado alejados de la media, es decir existe una oportunidad de mejora en el proceso.

#### 2.4.6. **Ventajas competitivas de la empresa**

Las ventajas competitivas son las capacidades que tiene la empresa para brindar un producto de mejor calidad que el que ofrecen otras empresas similares. Es decir a través de las ventajas competitivas, es posible que una

empresa adquiriera una posición favorable en relación a la competencia dentro del mercado. Las ventajas competitivas que la empresa posee son:

- Uso de la tecnología en el diseño, fabricación y distribución de empaques flexográficos, lo que permite ajustarse a las necesidades del cliente y brindarle el producto adecuado en las cantidades solicitadas en el tiempo justo.
- El funcionamiento de un sistema de gestión de la calidad integral para asegurar que los productos tengan altos estándares de calidad a los menores costos posibles.
- El alto grado de liderazgo de la dirección permiten tener a todo el personal trabajando con compromiso, para la consecución de los objetivos globales de la organización, haciéndola más competitiva.
- Contar con un sistema de distribución eficaz de los productos, cumpliendo con los tiempos de entrega requeridos por el cliente en condiciones óptimas.
- Cuenta con una extensa cartera de clientes sólidos que le permiten producir y comercializar grandes cantidades de producto y vincularse directamente al crecimiento diario de estas organizaciones, debido a que se es parte de su proceso productivo.



### **3. PROPUESTA PARA EL CONTROL DE ATRIBUTOS**

#### **3.1. Descripción de la propuesta**

La propuesta consiste en diseñar una metodología práctica y eficiente para la inspección y control de los atributos de los productos en proceso y terminado, con el objetivo de asegurar la calidad. El sistema de inspección está basado en un análisis muestral, representativo para toda la producción. Busca examinar, medir, tabular y analizar la información en la planta de producción, para poder tener datos estadísticos que ayuden a la toma de decisiones y sirvan de indicadores de calidad y fidelidad.

Actualmente, se cuenta con un sistema de control de variables, pero no se cuenta con un sistema de control de atributos que asegure la calidad de los productos, y por ende la satisfacción y fidelidad de los clientes, es por tal motivo la importancia de desarrollar una propuesta para ello.

Se establecerá un control de los atributos por proceso, es decir un producto no pasa al siguiente proceso si no cumple con las características de calidad necesario, esto con el objetivo de reducir pérdidas ya que cada proceso así como agrega valor al producto también agrega un costo.

Un atributo en términos de calidad es una característica de un producto que no se puede medir con algún patrón o escala, porque están basados en criterios visuales. Utilizando este concepto de referencia el criterio de medición es totalmente a través de la observación y de parámetros de comparación

previamente definidos. A continuación se ejemplifica de una mejor manera el concepto de atributo:

Figura 40. **Ejemplo de atributo “mancha de impresión”**



Fuente: *Mancha de impresión*. [https://www.google.com.gt/search?q=Ejemplo+de+atributo+%E2%80%9Cmancha+de+impresi%](https://www.google.com.gt/search?q=Ejemplo+de+atributo+%E2%80%9Cmancha+de+impresi%22). Consulta: agosto de 2015.

Como se muestra en la imagen anterior un atributo es una no conformidad en el producto que no puede ser medida con algún instrumento, patrón, o escala, y requiere de parámetros visuales para su clasificación en conforme o no conforme.

### 3.1.1. Alcance

El sistema de control de atributos incluye los 5 procesos productivos principales, los cuales son extrusión, impresión, laminación, *slitter* y corte.

Busca aumentar la eficiencia mediante la disminución de rechazos por inconformidades y aumentar la fidelidad y confianza del cliente, mediante la mejora en la calidad del producto y como consecuencia la reducción de reclamos.

Se desea fomentar una cultura de compromiso con la calidad del producto en todo el equipo de producción, tomando en cuenta todos los detalles para poder cumplir e incluso superar las expectativas de todos los clientes, asegurando su fidelidad y confianza en los productos de Polytec.

### **3.2. Determinación y análisis de atributos a monitorear**

Es importante determinar los atributos que se van a controlar y establecer criterios de clasificación para un mejor análisis y posterior toma de decisiones. Los atributos pueden ser clasificados por proceso, por frecuencia de incidencia, por clientes, entre otros.

#### **3.2.1. Clasificación de los atributos**

Los atributos se puede clasificar según las necesidades de la empresa, es decir, en función de ciertos criterios que ayuden a tomar decisiones y a enfocar y efficientar los esfuerzos y recursos invertidos. Existen muchas formas de analizar los atributos, pudiendo ser de una manera general y con el objetivo de tener información que respalde el proceso de control de la calidad, como lo es la clasificación por procesos.

La clasificación por procesos trata de determinar atributos del producto en cada uno de los procesos de transformación, y aplicar los muestreos de aceptación en cada uno de los procesos, para que el producto en proceso no

pase al siguiente sin haber cumplido los criterios mínimos de calidad, esto con el objetivo de no incrementar las pérdidas por producto terminado rechazado.

La clasificación por frecuencia de inconformidades trata de clasificar los atributos en una escala según los grados de incidencia en la producción. Esto se logra mediante un análisis estadístico, diagramas de Pareto, entre otros.

#### **3.2.1.1. Por proceso**

Los atributos se clasifican en cada uno de los 5 procesos de transformación del producto terminado, buscando aumentar la eficiencia del proceso del control de la calidad, aprovechar los recursos escasos y buscar la máxima fidelidad de los clientes.

#### **3.2.1.2. Extrusión**

Este es el primer proceso de transformación de la materia prima en donde se funde el polímero y se hace fluir a través de presión y empuje. Este proceso transforma los gránulos en una película continua que puede presentar ciertas no conformidades. Analizando datos de rechazos y reclamos del 2014 se encuentran las siguientes distribuciones de frecuencias:

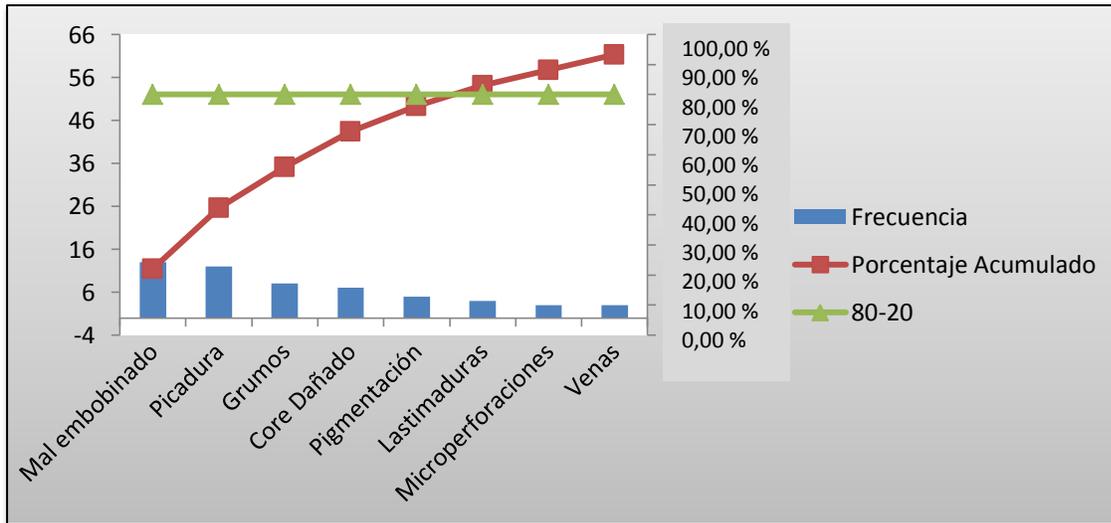
Tabla VIII. **Distribución de porcentajes de rechazos y reclamos por atributos en el proceso de extrusión**

Núm.	Atributo	Frecuencia	Porcentaje acumulado	Porcentaje
1	Mal embobinado	13	22,03 %	22,03 %
2	Picadura	12	42,37 %	20,34 %
3	Grumos	8	55,93 %	13,56 %
4	Core dañado	7	67,80 %	11,86 %
5	Pigmentación	5	76,27 %	8,47 %
6	Lastimaduras	4	83,05 %	6,78 %
7	Microperforaciones	3	88,14 %	5,08 %
8	Venas	3	93,22 %	5,08 %
9	Apariencia húmeda	2	96,61 %	3,39 %
10	Apariencia gelada	2	100,00 %	3,39 %

Fuente: elaboración propia.

Analizando la tabla de distribución de frecuencias de rechazos y reclamos debido a no conformidades, se puede notar que las primeras dos causas tienen un impacto mucho más fuerte que el resto de causas, aunque de su sumatoria solo resulten involucrados el 42 % de los rechazos y reclamos. Es importante destacar que se debe tener un enfoque basado en la satisfacción del cliente, es decir emplear de manera eficiente los recursos para tratar de reducir la mayor cantidad de no conformidades en el producto. Por lo anteriormente expuesto se buscará controlar las causas que provocan arriba del 80 % de las no conformidades en el producto, aunque en algunos casos no se cumpla el principio de Pareto, como es el caso del proceso de extrusión. A continuación se presenta el diagrama de Pareto para el proceso de extrusión:

Figura 41. **Diagrama de Pareto de las disconformidades en el proceso de extrusión**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

Analizando el diagrama de Pareto para el proceso de extrusión se encontrará que los atributos a controlar para impactar la calidad y aprovechar de mejor manera la inversión de recursos son:

Tabla IX. **Atributos a controlar para impactar la calidad**

Núm.	Atributo
1	Mal embobinado
2	Picadura
3	Grumos
4	Core dañado
5	Pigmentación
6	Lastimaduras

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.1.3. Impresión

Impresión es el segundo proceso de transformación del producto y uno de los más importantes y difíciles por la variedad de detalles a considerar. Además, el proceso de impresión es uno de los que mayor cantidad de rechazos y reclamos genera para la empresa, es por eso su importancia. Analizando datos del 2014 se encuentran las siguientes distribuciones de frecuencias:

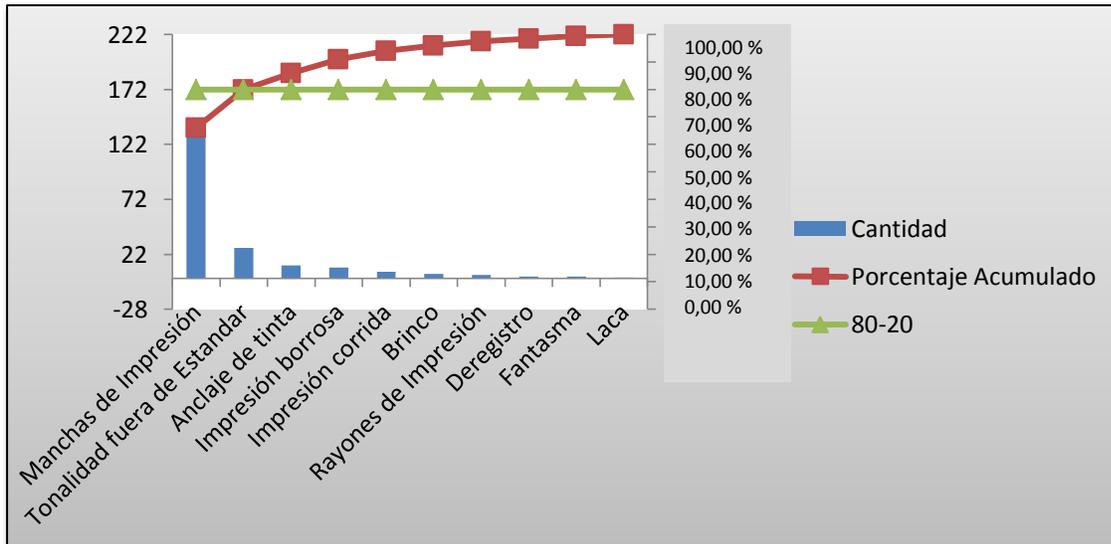
Tabla X. **Distribución de porcentajes de rechazos y reclamos por atributos en el proceso de impresión**

Núm.	Atributos	Cantidad	Porcentaje acumulado	Porcentaje
1	Manchas de impresión	132	66,00 %	66,00 %
2	Tonalidad fuera de estándar	28	80,00 %	14,00 %
3	Anclaje de tinta	12	86,00 %	6,00 %
4	Impresión borrosa	10	91,00 %	5,00 %
5	Impresión corrida	6	94,00 %	3,00 %
6	Brinco	4	96,00 %	2,00 %
7	Rayones de impresión	3	97,50 %	1,50 %
8	Deregistro	2	98,50 %	1,00 %
9	Fantasma	2	99,50 %	1,00 %
10	Laca	1	100,00 %	0,50 %

Fuente: elaboración propia.

En Impresión claramente se puede ver como las manchas de impresión encierran la mayoría de no conformidades en este proceso. Solo las manchas de impresión equivalen al 66 % de las razones de rechazo de productos. Aquí se cumple el principio de Pareto, ya que el 20 % de las causas provocan el 80 % de las disconformidades. A continuación se presenta el diagrama de Pareto para el proceso de impresión:

Figura 42. **Diagrama de Pareto de las disconformidades en el proceso de impresión**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

De la misma forma que se analizó el proceso anterior se analiza el proceso de impresión, en donde si existe bastante diferencia en las frecuencias de las no conformidades que generan rechazos y reclamos por el cliente. Respaldando la decisión en el diagrama de Pareto, los atributos a controlar en impresión son:

Tabla XI. **Atributos a controlar en impresión**

Núm.	Atributos
1	Manchas de impresión
2	Tonalidad fuera de estándar

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.1.4. Laminación

Es el proceso de unión de láminas que proporcionan diferentes propiedades al empaque por medio de la interposición de un adhesivo. Este proceso brinda propiedades como sellabilidad, barreras de oxígeno, agua o protección al producto de tintas utilizadas. Este proceso también tiene atributos que se deben controlar, y analizando datos del 2014 se obtiene la siguiente distribución de frecuencias:

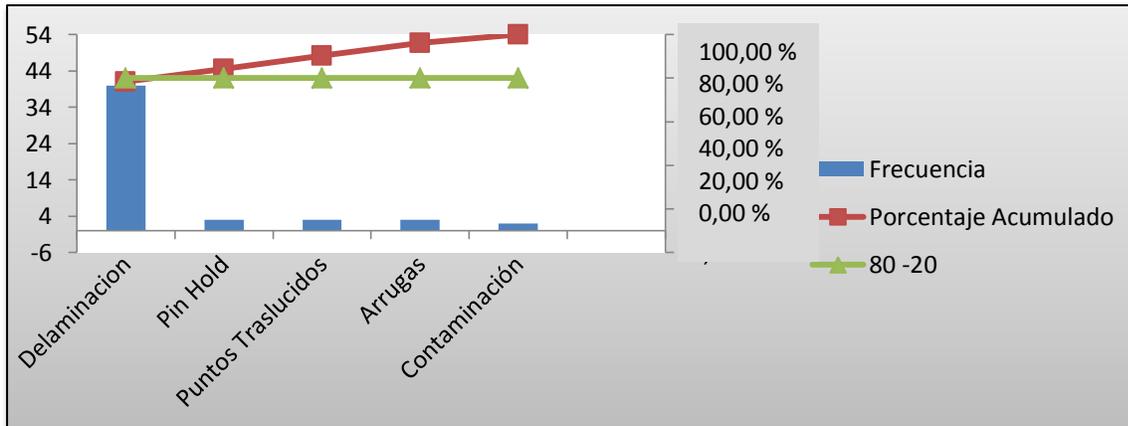
Tabla XII. **Distribución de porcentajes de rechazos y reclamos por atributos en el proceso de laminación**

Núm.	Atributo	Frecuencia	Porcentaje acumulado	Porcentaje
1	De laminación	40	78,43 %	78,43 %
2	Pinhole	3	84,31 %	5,88 %
3	Puntos Traslucidos	3	90,20 %	5,88 %
4	Arrugas	3	96,08 %	5,88 %
5	Contaminación	2	100,00 %	3,92 %

Fuente: elaboración propia.

La distribución de frecuencias para el proceso de laminación muestra que aproximadamente el 79 % de los rechazos y reclamos son ocasionados por el 20 % de las causas, lo cual se aproxima al principio de Pareto. Es importante determinar los atributos que más impacto tienen en la calidad, optimizar los recursos invertidos en el control de la calidad. El diagrama de Pareto de la distribución de frecuencias del proceso de laminación se presenta a continuación.

Figura 43. **Diagrama de Pareto de las disconformidades en el proceso de laminación**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

El diagrama de Pareto muestra de manera gráfica los atributos que mayor impacto tienen en la calidad. Los atributos que se deben controlar en el proceso de laminación son:

Tabla XIII. **Atributos a controlar en el proceso de laminación**

Núm.	Atributo
1	De laminación

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.1.5. **Slitter**

Proceso por el cual una bobina de ancho determinado inicial se reduce en las máquinas cortadoras (*slitters*) a un ancho y diámetro final requerido por el cliente. El proceso de *slitter* consiste en la consecución de bobinas hijas a partir

de la bobina madre. Analizando datos de rechazos y reclamos del 2014 se obtuvieron las siguientes frecuencias:

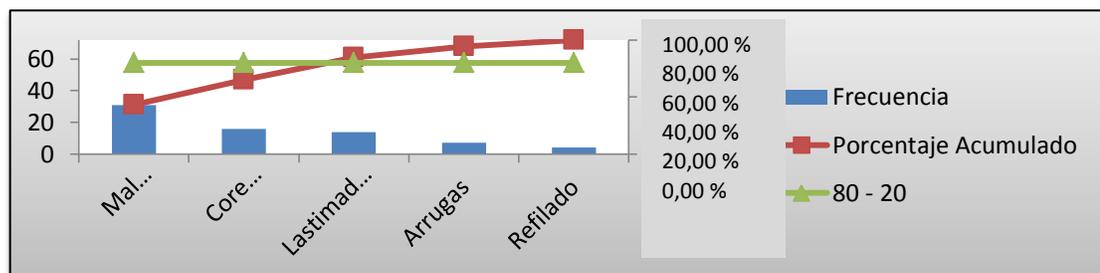
Tabla XIV. **Distribución de porcentajes de rechazos y reclamos por atributos en el proceso de *slitter***

Núm.	Atributo	Frecuencia	Porcentaje acumulado	Porcentaje
1	Mal embobinado	31	43,06 %	43,06 %
2	Core Dañado	16	65,28 %	22,22 %
3	Lastimaduras	14	84,72 %	19,44 %
4	Arrugas	7	94,44 %	9,72 %
5	Refilado	4	100,00 %	5,56 %

Fuente: elaboración propia.

La distribución de frecuencias muestra que el 60 % de las causas provocan el 84,72 % de los efectos en la calidad. Aquí no se aplica el principio de Pareto (80 – 20) y se procederá a tomar todas las causas que ocasionen el 80 % de los rechazos y reclamos en el proceso. A continuación se presenta el diagrama de Pareto de la distribución de frecuencias para poder interpretar mejor los datos.

Figura 44. **Diagrama de Pareto para las disconformidades en el proceso de *slitter***



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

Observando el diagrama de Pareto se nota que la mitad de las causas ocasionan el impacto más considerable en la calidad de los productos. Los atributos a controlar en este proceso son:

Tabla XV. **Atributos que ocasionan impacto en la calidad de los productos**

Núm.	Atributo
1	Mal embobinado
2	Core dañado
3	Lastimaduras

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.1.6. Corte

Es el proceso de transformación de los diseños y formas de cierto tipo de productos como bolsas de gabacha, bolsas de sello de fondo, de sello lateral, tipo paucheras, entre otros. Las frecuencias de los datos de rechazos y reclamos por no conformidades se muestran en la siguiente tabla:

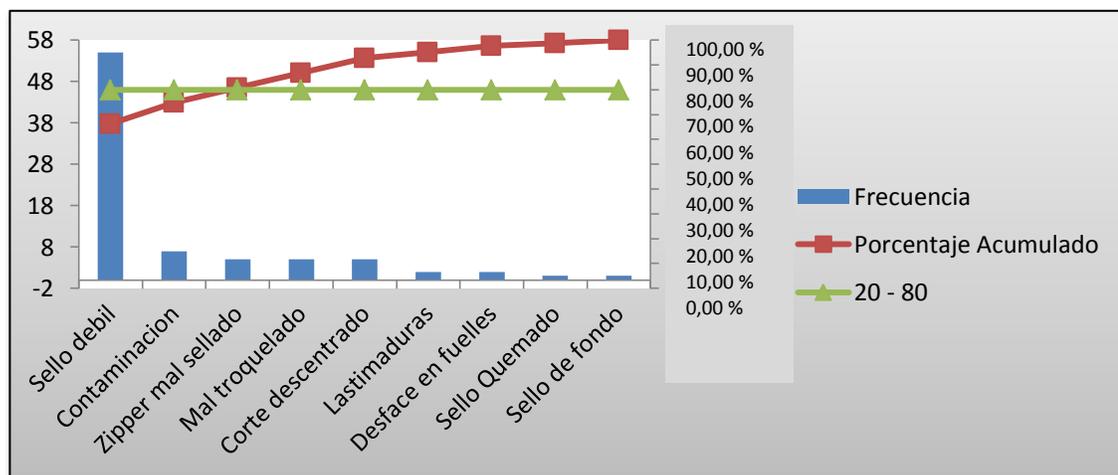
Tabla XVI. **Distribución de porcentajes de rechazos y reclamos por atributos en el proceso de extrusión**

Núm.	Atributo	Frecuencia	Porcentaje acumulado	Porcentaje
1	Sello débil	55	66,27 %	66,27 %
2	Contaminación	7	74,70 %	8,43 %
3	Zipper mal sellado	5	80,72 %	6,02 %
4	Mal troquelado	5	86,75 %	6,02 %
5	Corte descentrado	5	92,77 %	6,02 %
6	Lastimaduras	2	95,18 %	2,41 %
7	Desfase en fuelles	2	97,59 %	2,41 %
8	Sello Quemado	1	98,80 %	1,20 %
9	Sello de fondo	1	100,00 %	1,20 %

Fuente: elaboración propia.

Para el proceso de corte se tiene un 80,72 % de rechazos y reclamos ocasionado por el 33 % del total de las causas. Representa gráficamente las frecuencias de la tabla anterior.

Figura 45. **Diagrama de Pareto para las disconformidades en el proceso de corte**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

Basándose en el diagrama de Pareto se determina que los atributos a monitorear y controlar en el proceso de corte son:

Tabla XVII. **Atributos a monitorear y controlar en el proceso de corte**

Núm.	Atributo
1	Sello débil
2	Contaminación
3	Zipper mal sellado

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.1.7. Por frecuencia de disconformidades

Para toda empresa es fundamental controlar la calidad de los productos porque estos impactan de forma directa la productividad y competitividad, y en este mundo globalizado se necesita tener ventajas competitivas para que la empresa se mantenga liderando el mercado.

En el proceso en general se tienen atributos que afectan más la calidad del producto final, y es necesario identificarlos para poder hacer un uso más eficiente de los recursos escasos.

Tabla XVIII. **Distribución de porcentajes de rechazos y reclamos por atributos en los procesos para la elaboración de empaques plásticos flexibles**

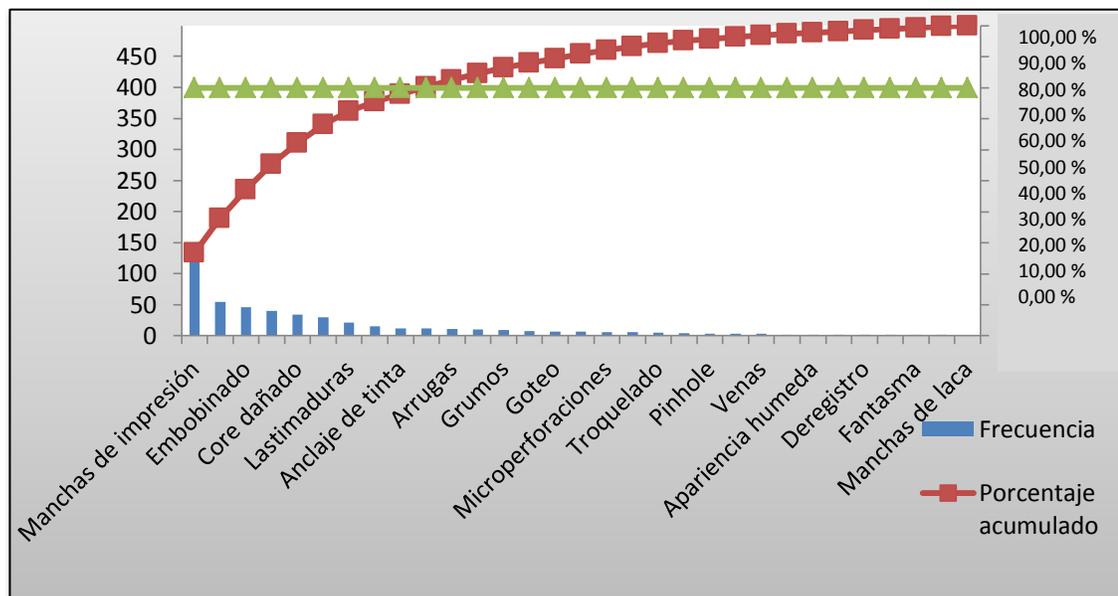
Núm.	Atributo	Frecuencia	Porcentaje acumulado	Porcentaje
1	Manchas de impresión	132	26,72 %	26,72 %
2	Sello débil	55	37,85 %	11,13 %
3	Embobinado	46	47,17 %	9,31 %
4	De laminación	40	55,26 %	8,10 %
5	Core dañado	34	62,15 %	6,88 %
6	Tonalidad fuera de estándar	30	68,22 %	6,07 %
7	Lastimaduras	21	72,47 %	4,25 %
8	Picaduras	15	75,51 %	3,04 %
9	Anclaje de tinta	12	77,94 %	2,43 %
10	Contaminación	12	80,36 %	2,43 %
11	Arrugas	11	82,59 %	2,23 %
12	Impresión borrosa	10	84,62 %	2,02 %
13	Grumos	9	86,44 %	1,82 %
14	Pigmentación	8	88,06 %	1,62 %
15	Goteo	7	89,47 %	1,42 %
16	Sello quemado	7	90,89 %	1,42 %
17	Microperforaciones	6	92,11 %	1,21 %
18	Refilado	6	93,32 %	1,21 %
19	Troquelado	5	94,33 %	1,01 %
20	Traslucidez	4	95,14 %	0,81 %
21	Pinhole	3	95,75 %	0,61 %

Continuación de la tabla XVIII.

Núm.	Atributo	Frecuencia	Porcentaje Acumulado	Porcentaje
22	Venas	3	96,96 %	0,61 %
23	Apariencia escamosa	2	97,37 %	0,40 %
24	Apariencia húmeda	2	97,77 %	0,40 %
25	Brinco en impresión	2	98,18 %	0,40 %
26	De registro	2	98,58 %	0,40 %
27	Desfase en fuelles	2	98,99 %	0,40 %
28	Fantasma	2	99,39 %	0,40 %
39	Impresión corrida	2	99,80 %	0,40 %
30	Manchas de laca	1	100,00 %	0,20 %

Fuente: elaboración propia.

Figura 46. **Diagrama de Pareto de las disconformidades de todos los procesos para elaborar empaques flexográficos**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

### **3.2.1.8. Diagrama de Pareto**

En el diagrama de Pareto de la figura 46 se muestra el análisis de las frecuencias de disconformidades ocasionadas por atributos a nivel general, obteniendo los siguientes como los que más impacto tuvieron en la calidad: manchas de impresión (26,72 %), sello débil (11,13 %), embobinado (9,31 %), de laminación (8,10 %), core dañado (6,88 %), tonalidad (6,07 %), lastimaduras (4,25 %), picaduras (3,04 %), anclaje de tinta (2,43 %), contaminación (2,43 %). Estos atributos seleccionados son los que están bajo la recta del 80 % de las frecuencias acumuladas, es decir, los que provocan el 80 % de las inconformidades por atributos. Analizando las causas se nota que estos atributos conforman el 33,33 % del total de las causas de inconformidades por atributos.

### **3.2.2. Descripción de atributos a inspeccionar**

Los atributos a inspeccionar fueron seleccionados de manera de hacer *match* entre los atributos por proceso individual, y los que afectaban mayoritariamente la calidad de forma general por frecuencia de reclamos o rechazo. Es decir se inspeccionarán los atributos que mayor impacto tengan en la calidad del producto.

En la selección por proceso, que clasificaron los atributos que más impacto ocasionaron en la calidad a lo largo del 2014 en ese proceso en específico, y así para cada uno de los cinco procesos productivos. Se compararon los atributos obtenidos de los 5 procesos productivos contra los datos obtenidos, analizando de forma general los atributos que más impacto tuvieron en la calidad y se determinó que la mayor parte eran comunes. Analizando los datos por proceso se obtuvo una cantidad mayor de atributos a

controlar, ya que entre más específico es el proceso de monitoreo más atributos habrá que controlar.

Los atributos a monitorear se obtuvieron de la intersección de los 2 análisis y se agregaron los que no aparecían en el análisis general de los datos. Los atributos a monitorear se describen a continuación:

- Manchas de impresión

Las manchas de impresión se pueden presentar de muchas formas y frecuencias en todas las muestras, la mayoría de veces de forma irregular y con formas indefinidas. Estas manchas pueden variar en tamaño, forma, intensidad, cantidad por unidad.

Figura 47. **Comparación de empaques con presencia del atributo mancha de impresión contra el producto conforme**



Fuente: *Mancha de impresión*. [https://www.google.com.gt/search?q=Ejemplo+de+atributo+%E2%80%9Cmancha+de+impresi%](https://www.google.com.gt/search?q=Ejemplo+de+atributo+%E2%80%9Cmancha+de+impresi%27). Consulta: agosto de 2015.

- Sello débil

Es la debilidad en los cierres de la bolsa; ya sea el sello lateral, el sello de fondo, el sello estrella, el sello vertical, entre otros. Los sellos son las uniones que se hacen en la película a través de calor con el objetivo de dar a la bolsa el diseño deseado. Este se abre con el peso de los productos o al hacer las pruebas de resistencia de sello.

Figura 48. **Prueba manual de resistencia de sello en bolsas**

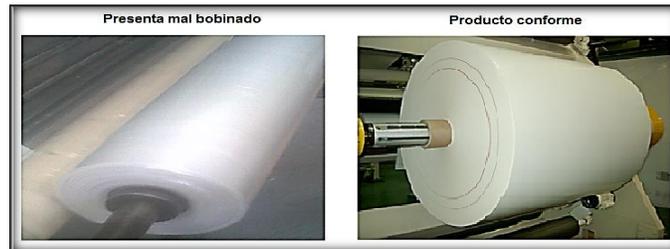


Fuente: *Prueba manual de resistencia*. [https://www.google.com.gt/search?q=Ejemplo+de+atributo +%E2%80%9Cmancha+de+impresi%](https://www.google.com.gt/search?q=Ejemplo+de+atributo+%E2%80%9Cmancha+de+impresi%). Consulta: agosto de 2015.

- Bobinado

El bobinado consiste en enrollar la película flexible alrededor del core (tubo de cartón), formando un cilindro perfecto. La disconformidad se presenta cuando este proceso no se realiza con la tensión adecuada, formación de empalmes, formación de gradas, dirección de bobinado.

Figura 49. **Comparación de empaques con presencia del atributo mal bobinado contra el producto conforme**

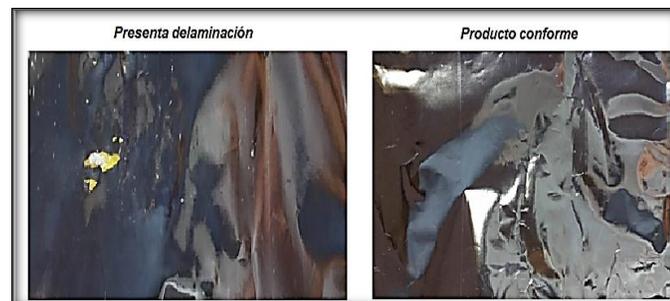


Fuente: *Comparación de empaques*. <https://www.google.com.gt/search?q=Ejemplo+de+atributo+%E2%80%9Cmancha+de+impresi%>. Consulta: agosto de 2015.

- De laminación

Es la separación de las películas de polietileno o metalizado, los cuales fueron adheridas por medio de un adhesivo sin solvente para brindar las características de diseño del producto.

Figura 50. **Comparación de empaques con presencia del atributo de laminación contra el producto conforme**



Fuente: *Comparación de empaques*. <https://www.google.com.gt/search?q=Ejemplo+de+atributo+%E2%80%9Cmancha+de+impresi%>. Consulta: agosto de 2015.

- Core dañado

Los cores son tubos de cartón donde se bobina la película de polietileno y estos presentan daños de varios tipos, por ejemplo: dobladuras, colapsos, mal corte y cualquier anomalía que presente el core.

Figura 51. **Comparación de empaques con presencia del atributo core dañado contra el producto conforme**

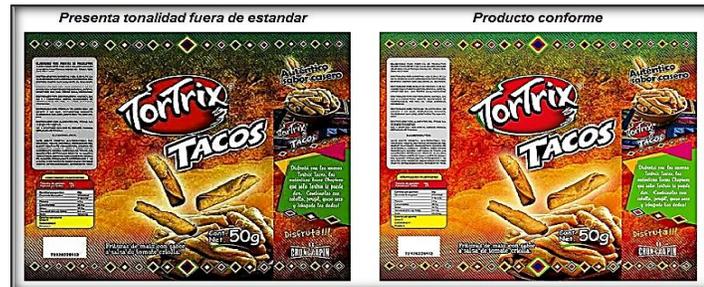


Fuente: *Comparación de empaques*. <https://www.google.com.gt/search?q=Ejemplo+de+atributo+%E2%80%9Cmancha+de+impresi%>. Consulta: agosto de 2015.

- Tonalidad fuera de estándar

Es la diferencia entre la tonalidad requerida por el cliente y la que se está entregando. Este puede ser determinado por la comparación entre el estándar y las muestras obtenidas.

Figura 52. **Comparación de empaques con presencia del atributo tonalidad fuera de estándar contra el producto conforme**



Fuente: *Comparación de empaques*. <https://www.google.com.gt/search?q=Ejemplo+de+atributo+%E2%80%9Cmancha+de+impresi%>. Consulta: agosto de 2015.

- Lastimaduras

Son daños en la película que pueden ser ocasionados por múltiples causas, como por ejemplo: manipulación del personal, transporte, objetos extraños, maquinaria, entre otros.

Figura 53. **Comparación de empaques con presencia del atributo lastimaduras contra el producto conforme**



Fuente: *Comparación de empaques*. <https://www.google.com.gt/search?q=Ejemplo+de+atributo+%E2%80%9Cmancha+de+impresi%>. Consulta: agosto de 2015.

- Picaduras

Son microperforaciones en la película. Son agujeros muy pequeños pero que provocan la entrada de aire, luz, contaminantes y fuga de producto.

Figura 54. **Comparación de empaques con presencia del atributo picaduras contra el producto conforme**



Fuente: *Comparación de empaques*. [https://www.google.com.gt/search?q=Ejemplo+de+atributo +%E2%80%9Cmancha+de+impresi%](https://www.google.com.gt/search?q=Ejemplo+de+atributo+%E2%80%9Cmancha+de+impresi%27). Consulta: agosto de 2015.

- Anclaje de tinta

Excesos de tinta en algunos sectores de la impresión, lo que ocasiona relieves en la impresión.

Figura 55. Comparación de empaques con presencia del atributo anclaje de tinta contra el producto conforme



Fuente: *Comparación de empaques*. <https://www.google.com.gt/search?q=Ejemplo+de+atributo+%E2%80%9Cmancha+de+impresi%>. Consulta: agosto de 2015.

- Contaminación

Adición de contaminantes de tipo físico, químico o biológico a un material. La contaminación puede ser bobinas que estén sucias, con presencia de basura, con mal olor, insectos, excretas de animales, agua, entre otros.

- Grumos

Contaminación con *melt flow index* bajo (índice de fluidez de un polímero) y partículas de *melt index* alto, mezcla incorrecta.

Figura 56. **Comparación de empaques con presencia del atributo grumos contra el producto conforme**



Fuente: *Comparación de empaques*. <https://www.google.com.gt/search?q=Ejemplo+de+atributo+%E2%80%9Cmancha+de+impresi%>. Consulta: agosto de 2015.

- **Pigmentación**

Mala dispersión de cualquier pigmento adicionado a un material, o elección incorrecta del colorante.

Figura 57. **Comparación de empaques con presencia del atributo pigmentación contra el producto conforme**



Fuente: *Comparación de empaques*. <https://www.google.com.gt/search?q=Ejemplo+de+atributo+%E2%80%9Cmancha+de+impresi%>. Consulta: agosto de 2015.

- *Zipper* mal sellado

Debilidad en el sello de *zipper* que puede ocasionar aberturas del producto y la entrada de agentes físicos o químicos, así como fugas.

Figura 58. **Comparación de empaques con presencia del atributo *zipper* mal sellado contra el producto conforme**



Fuente: *Comparación de empaques*. <https://www.google.com.gt/search?q=Ejemplo+de+atributo+%E2%80%9Cmancha+de+impresi%>. Consulta: agosto de 2015.

### 3.2.3. Estandarización de criterios de conformidad de atributos

A continuación se muestra en la tabla XIX la estandarización de las metodologías de medición y los criterios de aceptación de atributos.

Tabla XIX. **Estandarización de las metodologías de medición y los criterios de aceptación de conformidad de atributos**

Atributo	Objetivo	Medición	Criterio de aceptación
Manchas de impresión	Obtener empaques sin ningún tipo de mancha de impresión.	*Manchas pequeñas: perceptibles solo mediante observación a detalle.	Menos de 5 manchas.
		**Manchas medianas: cualquier mancha perceptible a simple vista.	Menos de 3 manchas.
		Manchas grandes: aquellas que afecten la presentación del empaque.	Ninguna.
Sello débil	Que todas las bolsas pasen la prueba de resistencia de sello.	Prueba manual de resistencia de sello.	Si la bolsa pasa la prueba manual de resistencia de sello.
Bobinado	Que todas las bobinas se encuentren bobinadas correctamente.	El analista realizará la observación y análisis detallado de cada bobina	Las bobinas deben tener la tensión de bobinado adecuada, la dirección de bobinado debe ser la correcta y no debe haber formación de gradas.
De laminación	Todos los empaques deben estar completamente laminados.	El analista de calidad inspeccionara los empaques mediante observación.	El 100 % del empaque debe estar laminado.
Core dañado	Todos los cores que sostienen las bobinas deben estar en óptimas condiciones.	El analista realizara la observación y análisis detallado de cada core.	Cores sin lastimaduras, dobladuras, colapsos o cortes.
Tonalidad fuera de estándar	Empaques con la misma tonalidad que la requerida por el cliente.	El analista de Calidad compara cada muestra con un patrón con la tonalidad estándar (requerida por el cliente).	Empaques que tengan la misma tonalidad que el patrón.

Continuación de la tabla XIX.

Lastimaduras	Que el empaque no tengan ningún tipo de lastimadura.	El analista de Calidad mediante observación evalúa las muestras.	Empaques sin ningún tipo de daño ocasionado por transporte, almacenamiento, manipulación del personal, maquinaria o cualquier objeto extraño. La aceptación quedará a criterio del analista, el cual determinará la gravedad del daño y tomará la decisión de aceptar o rechazar la muestra.
Picaduras	Empaques sin ningún tipo de micro perforación.	La medición se realizará a través de pruebas de paso de luz, las cuales indican la presencia de micro perforaciones.	Los empaques no deben contener ningún tipo de micro perforación.
Anclaje de tinta	Impresiones homogéneas que resulte en superficies sin relieves.	El analista de calidad a través de observación y pruebas manuales medirá si existen excesos de tinta en la superficie del empaque.	El analista de calidad evaluará cada muestra para verificar la cantidad de tinta distribuida en los empaques y decidir si se rechaza o se acepta.
Contaminación	Empaques libres de cualquier fuente contaminación	El analista de Calidad revisará las muestras en busca de cualquier fuente de contaminación del producto, ya sea física, química o biológica.	Todas las muestras deben estar libres de cualquier contaminación física, química o biológica para que sea aceptada.

Continuación de la tabla XIX.

Grumos	Empaques con la cantidad correcta de flujo de polímero, evitando la presencia de grumos.	Los grumos se detectan en los empaques mediante la observación y pruebas manuales realizadas por los analistas de calidad, las cuales pueden determinar la homogeneidad de la superficie del empaque.	Empaques con cero presencia de grumos o protuberancias sobre la superficie.
Pigmentación	La película de polietileno debe tener el tono de pigmentación que el cliente requiere.	La película debe ser comparada por los analistas con un patrón (estándar) que tenga el tono de pigmentación especificado por el cliente.	El tono de pigmentación de la película de polietileno debe coincidir con el tono del patrón.
Zipper mal sellado	Todos los empaques deben tener el zipper en perfectas condiciones de sellado.	El analista de Calidad observará y analizará la calidad del sellado del zipper.	Queda a criterio del analista de Calidad la valoración de la calidad del sellado de cada empaque de la muestra, y el jefe de Calidad determinará si se acepta o se rechaza el lote de producción.
<p>*NOTA: si existieran menos de 5 manchas pequeñas distribuidas a una distancia que a simple vista parecieran una mancha grande y afecten la presentación del empaque, se rechaza.</p> <p>**NOTA: si existieran menos de 3 manchas medianas distribuidas a una distancia que a simple vista parecieran una mancha grande y afecten la presentación del empaque, se rechaza.</p>			

Fuente: elaboración propia.

### **3.2.3.1. Metodología de medición**

Los responsables de la medición de los atributos para la toma de decisiones son los analistas de Calidad. Los atributos a diferencia de las variables son características del producto que no pueden ser medidas o resulta demasiado ineficiente y costoso hacerlo. Para la medición de atributos resulta vital la capacitación y entrenamiento de los analistas de calidad y una estrecha comunicación entre los analistas y los jefes de Control de Calidad que son los encargados de tomar la decisión final de rechazar o aceptar un lote de producción con base en los resultados presentados de los muestreos realizados.

Los analistas de Calidad serán los responsables de la realización del muestreo, y de trasladar las muestras a los laboratorios para su observación detallada y el análisis correspondiente. La medición será realizada según corresponda a cada atributo, como fue definido en la tabla anterior. La metodología de medición estará basada en una observación detallada de los atributos que se están monitoreando y tomando en cuenta el criterio de los analistas de Calidad. Las formas de medición para los atributos son:

- Comparación con una unidad estándar (patrón)
- Estándares definidos
- Realización de pruebas específicas (resistencia de sello, paso de luz)
- Criterio del analista (cuando son atributos demasiado irregulares)

La medición en el proceso de Control de la Calidad es fundamental para mejorar continuamente los productos. Por esta razón los analistas de Calidad encargados de este proceso deben contar con las competencias necesarias, para poder hacer de manera adecuada todas las actividades involucradas. Las

competencias necesarias para realizar correctamente la medición y selección de productos rechazados y conformes se enlistan a continuación.

- Excelente capacidad visual: para poder realizar la medición de forma correcta.
- Alto grado de conocimientos técnicos: es necesario que el analista de Calidad conozca la forma de manipular correctamente los empaques, de manera que no deje ningún detalle sin tomar en cuenta.
- Analítico: debe ser analítico para poder tomar las decisiones de la mejor manera, sustentando su selección en los criterios de aceptación y aplicando conceptos lógicos.
- Capacidad de trabajar en equipo: es necesaria esta competencia en los analistas de Calidad ya que en muchas situaciones deberán tomar decisiones en equipo, cuando el atributo no se presente claramente.

### **3.2.3.2. Límites críticos**

Los límites críticos o límites de control son un aspecto fundamental en el control de la calidad. Estos indican los valores máximos y mínimos que deben tener los atributos que se están monitoreando. Se debe tener mucho cuidado cuando se calculan los límites críticos, ya que si se ubican muy alejados de la línea central, será más difícil detectar los cambios en el proceso, mientras si se ubican demasiado estrechos o cerca de la línea central, se podrá declarar un cambio cuando en realidad no lo hay.

Cuando se calculen los límites críticos de control se debe realizar de tal manera, que estando el proceso bajo control estadístico exista alta probabilidad de que los valores de los muestreos estén dentro de los límites previamente establecidos. Una de las formas de establecer los límites críticos de control es relacionando la media y la desviación estándar de una serie de datos representativos, siempre y cuando se tenga una distribución normal. La línea central se determina a partir de la media de la proporción de unidades defectuosas de todas las muestras. Los límites críticos se obtienen de la suma y resta de la desviación estándar de los datos seleccionados a la línea central, superior e inferior respectivamente.

### **3.3. Plan de muestreo**

El plan de muestreo es una metodología lógica y práctica que permite la obtención de datos representativos de toda la producción utilizando muestras. El plan de muestreo es la forma en la que se inspeccionarán las unidades de cada muestra aleatoria, con el objetivo de observar la cantidad de unidades defectuosas, es decir que no cumple los criterios de conformidad. Este proceso permite ahorrar recursos, y a la vez obtener resultados parecidos a los que se alcanzarían si se inspeccionara toda la producción.

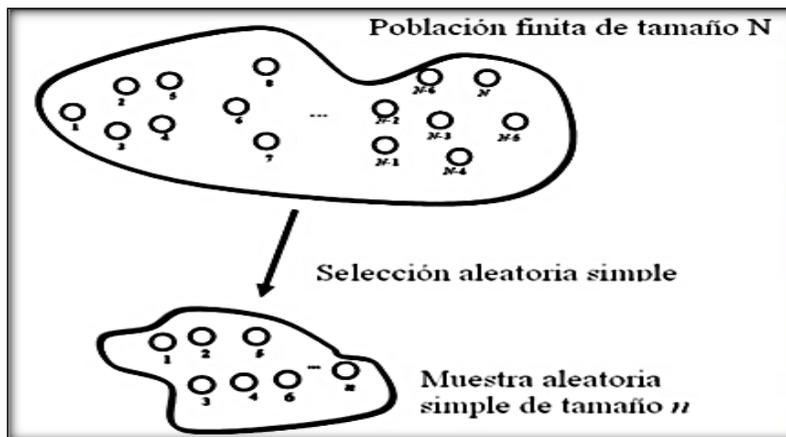
Los muestreos que se realizarán serán de atributos, los cuales consisten en analizar ciertas características del producto que no pueden ser medibles o resulta demasiado costoso hacerlo. Estos muestreos están basados en el criterio del analista cuando el atributo no puede ser medido y el establecimiento de estándares no es viable. Los muestreos serán realizados por pedidos de producción, y el control se llevará a cabo a través de cartas de control p.

Para tener control de la trazabilidad de los productos se identificará el lote de producción, el número de orden de pedido, las máquinas, los operarios y el analista de Calidad, que es el encargado de realizar los muestreos. Con este se podrá determinar tendencias en las inconformidades por atributos y se podrán realizar acciones correctivas para sobre las causas de variación en la calidad. Esta acción permitirá tomar decisiones en cuanto a los mantenimientos que debe realizarse a la maquinaria, el control de la materia prima, y capacitaciones al personal.

### 3.3.1. Tipo de muestreo a realizar

El tipo de muestreo describe la forma en la que se recolectarán los datos que representarán a toda la población. El tipo de muestreo a realizar será el muestreo aleatorio simple, ya que este es utilizado para la inspección de variables, es el más económico, el más rápido de realizar y el que presenta la mayor representatividad de toda la producción.

Figura 59. Representación gráfica del muestreo aleatorio simple



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

### **3.3.1.1. Descripción de método de muestreo**

El muestreo aleatorio simple consiste en seleccionar un grupo de  $n$  elementos de la población, de tal forma que cada muestra de tamaño  $n$  tenga la misma probabilidad de ser seleccionada. Por lo general, este tipo de muestreo se realiza eligiendo números de una tabla de números aleatorios o utilizando algún software que obtenga valores aleatorios de números. El muestreo aleatorio simple es utilizado cuando los elementos de la población pueden numerarse fácilmente, están bien mezclados y no forman grupos internos bien definidos de acuerdo con los atributos de interés.

### **3.3.1.2. Procedimiento de muestreo**

El procedimiento de muestreo estará a cargo de los analistas de Calidad, los cuales serán responsables de llevar las muestras al laboratorio para su observación y análisis, para proceder a llenar las hojas de registro de control de atributos. El primer proceso productivo es el de extrusión, y las bobinas son llevadas a un Área de Clasificación ya que algunas seguirán el siguiente proceso de transformación y otras irán directamente a los clientes.

Los analistas extraerán las muestras de las bobinas, identificándolas de una forma adecuada, para luego trasladarlas al Laboratorio de Calidad para su observación y análisis. Los registros serán anotados en hojas de verificación, las cuales serán formatos elaborados para facilitar el proceso de recopilación de la información. Cada muestra será observada por lo menos por dos analistas para llegar a una conclusión sobre el estado del atributo evaluado, y si en dado caso existe diferencia de criterios, el jefe de Control de la Calidad será el que toma la decisión respecto al atributo en cuestión.

Cada atributo será analizado utilizando el criterio del analista que previamente fue capacitado, para poder tener la habilidad visual de determinar el estado del atributo inspeccionado.

Figura 60. **Diagrama del proceso de muestreo**



Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta una tabla donde se define la forma en la que se realizará la evaluación:

Tabla XX. **Método y criterio de evaluación para cada atributo**

Atributo	Método de evaluación	Criterio de evaluación
Manchas de impresión	Estandarizado	Pasa – No pasa
Sello débil	Prueba de resistencia	Pasa – No pasa
Embobinado	Observación, criterio del analista.	Pasa – No pasa
De laminación	Estandarizado	Pasa – No pasa
Core dañado	Observación, criterio del analista.	Pasa – No pasa
Tonalidad fuera de estándar	Comparación con un patrón- criterio de los analistas.	Pasa – No pasa
Lastimaduras	Observación, criterio del analista.	Pasa – No pasa
Picaduras	Prueba a contra luz/criterio del analista.	Pasa – No pasa
Anclaje de tinta	Observación, criterio del analista.	Pasa – No pasa
Contaminación	Observación, criterio del analista	Pasa – No pasa
Grumos	Observación, criterio del analista	Pasa – No pasa
Pigmentación	Comparación con un patrón/ criterio de los analistas	Pasa – No pasa
Pinhole	Estandarizado	Pasa – No pasa
Zipper mal sellado	Observación, criterio del analista	Pasa – No pasa

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.2. **Tamaño de la muestra**

El tamaño de la muestra define la cantidad de unidades que se evaluarán, con el objetivo de inferir propiedades o características del total de la producción. El total de la producción puede ser un lote completo o un pedido realizado a la

empresa por el cliente. El tamaño de la muestra varía según el atributo que se esté evaluando, ya que en unos se necesita mayor cantidad ya que la unidad muestral es demasiado pequeña y en otros casos la unidad muestral es muy grande y se necesita evaluarla completamente, ya que un rechazo de una sola unidad genera una pérdida grande para la empresa. Se definirá una muestra A para los atributos en los cuales la unidad muestral sea una unidad de empaque. Se definirá una muestra B para los atributos en los cuales la unidad muestral sea una bobina completa de producción.

El tamaño de la muestra A la se puede determinar con ecuaciones para el cálculo de tamaños de muestra cuando los datos son binomiales, ya que en el control de atributos solo puede ocurrir el hecho que la unidad se rechace o se acepte (Pasa – No pasa) según los criterios de aceptación previamente establecidos. Utilizando la fórmula  $n = (k^2 * N * p * q) / (e^2 * (N-1) * p * q)$  se puede determinar el tamaño de la muestra para el control de los atributos.

Donde

n = el tamaño de la muestra

k = es una constante que depende del nivel de confianza, los valores de k se obtienen de la tabla de distribución normal. Se establecerá un nivel de confianza del 95 % por lo que el valor de k será de 1,96.

p = es la proporción de las unidades que poseen la característica que se busca, la cual es que la unidad se acepte. Se establece un valor de 0,5.

q = es la proporción de la unidades que no poseen la característica que se busca, es decir que se rechace. El valor será de  $1-p = 0,5$ .

e = es el error que se le asignará al proceso de muestreo, en este caso será del 5 %.

Esta ecuación tiene un límite, es decir mientras más grande sea la cantidad del total de la producción la variación en el tamaño de la muestra se hará más pequeña. Se utilizará un tamaño de lote promedio de 40 000 unidades lo que arroja un tamaño de muestra total por lote de 380 unidades. Estas unidades se deben dividir dentro de la cantidad de muestras por cada lote que se realizará, ya que es de gran importancia obtener las muestras de una manera aleatoria dentro del lote. Se obtendrán un total de 10 muestras por cada lote de producción, cada muestra tendrá un tamaño de 38 unidades.

El tamaño de la muestra B será el total de las bobinas que contengan cada lote, debido a que son cantidades pequeñas y la importancia que tienen es mayor debido a que se analiza la bobina completa. La asignación del tipo de muestra a cada atributo queda de la siguiente manera:

Muestra A: manchas de impresión, sello débil, de laminación, tonalidad fuera de estándar, lastimaduras, picaduras, anclaje de tinta, grumos, *pinhole*, *zipper* mal sellado.

Muestra B: bobinado, core dañado, contaminación, pigmentación.

### **3.3.3. Frecuencia de muestreo**

La frecuencia de muestreo es la cantidad de veces que se va a monitorear y evaluar la calidad de los productos, a través de muestras realizadas a los pedidos de producción. Existe una relación entre la frecuencia de muestreo y el tamaño de la muestra, siempre y cuando el costo de realizar los muestreos sea proporcional al tamaño de la muestra por lote. Es muy importante tener en consideración el costo de los muestreos a realizar y los avances obtenidos en

cuanto al logro de objetivos y crecimiento y satisfacción de los clientes, para poder hacer un uso eficiente de los recursos utilizados.

Tomando en consideración que el muestreo se realizará por lotes o pedidos, ya que de esta forma se puede tener un mejor control de la trazabilidad de los productos, el muestreo se realizara únicamente una vez por cada lote. De esta forma se monitoreará la variación de los procesos y se asegura que el lote de producción cumple con el porcentaje de unidades defectuosas máximo que se le puede ofrecer al cliente.

#### **3.4. Formatos de recolección de información de atributos**

Los formatos de recolección de información de atributos son hojas de verificación que son llenadas por los analistas de Calidad, cuando se realiza el proceso de inspección y monitoreo de los atributos del producto. Muchas veces en la empresas no hay información, no se sabe cómo ha evolucionado la calidad, la productividad, la magnitud de los problemas principales, las razones de las quejas de los clientes, entre otros. En otros casos el problema no es la escasez de información, por el contrario, existe mucha información, pero están archivadas o se registraron demasiado tarde. También existen casos donde la información se recabó de manera inadecuada debido a que no se contaba con hojas de verificación estandarizada por la empresa.

Una hoja de verificación debe ofrecer visualmente un primer análisis que permita apreciar la magnitud y localización de los problemas principales. Las hojas de verificación o registro son útiles para describir los resultados de una operación, clasificar fallas o defectos detectados, confirmar posibles causas de problemas de calidad y para evaluar y analizar el efecto de los proyectos de mejora. Otro aspecto a destacar de las hojas de verificación es que sirven como

parte del sistema de gestión de la calidad y como soporte del sistema de trazabilidad de la empresa, ya que llevar la documentación de registros en todos los procesos tanto de calidad como de operaciones es fundamental para el crecimiento constante de la empresa. En el apéndice 1 se muestra el formato de la hoja de verificación utilizado para la recolección de datos de atributos.

### **3.4.1. Análisis de los formatos de recolección**

El formato de control de atributos está diseñado de manera que sea fácil el llenado de los datos recopilados al realizar cada muestreo, para luego tabularlos y analizar el nivel de calidad del producto. A continuación se describe y analiza cada una de las partes del formato, así como la información a llenar en los campos de registro:

- Encabezado: el encabezado es la primera parte del formato y sirve para identificar la información general del documento, siguiendo el modelo de los documentos del sistema de gestión de calidad de la empresa. Las partes del encabezado son:
  - Logo: se coloca el logo de la empresa como sentido de pertenencia, además, es una de las características de todos los documentos del sistema de gestión de la calidad.
  - Nombre: se identifica el nombre completo del documento.
  - Información general: en esta sección se colocan una serie de datos que sirven para identificar el documento dentro del sistema de gestión de la calidad. Cuenta con las siguientes partes:

- Código: cada documento debe llevar un código que identifique el tipo de documento, la gerencia y departamento al que pertenece, y un número correlativo.
  - Revisión: identifica el número de revisiones que tiene el documento, para llevar un control de las versiones actualizadas y las obsoletas.
  - Fecha: identifica la fecha en que realizada la última revisión del documento.
- Información de control: en esta sección se identifica los datos más importantes con relación al control de los atributos. La sección de información de control cuenta con las siguientes partes:
  - Atributo: se define el nombre del atributo a inspeccionar.
  - Lote: el número de lote es uno de los campos más importantes, ya que esto permitirá tener un control más ordenado de la información y permitirá determinar la trazabilidad del producto en cualquier momento.
  - Turno: define el turno que elaboró el producto inspeccionado, turno día o noche.
  - Inspector: es el responsable de realizar el muestreo, evaluación y tabulación de la información recolectada.

- Máquinas: se identifican las máquinas que realizaron el proceso del cual surgen los atributo a inspeccionar.
- Muestra: el número de la muestra realizada al lote inspeccionado.
- Fecha: se coloca la fecha exacta del día que se realizó el muestreo.
- Área de recolección: esta sección la componen las siguientes partes:
  - Los atributos: estos aparecen en la primera columna del área de recolección de datos, y están clasificados según el tamaño de muestra que le corresponde a cada uno (muestra A y muestra B).
  - Cuadrícula de recolección: esta cuadrícula la componen las casillas asignadas para las 38 unidades que componen una muestra, y se utilizan para indicar si una unidad está defectuosa de acuerdo a los criterios de aceptación establecidos para todos los atributos. Una unidad defectuosa se representa en la cuadrícula con un *check* en la casilla correspondiente.
  - Columnas de totales: estas columnas contienen la sumatoria de las unidades defectuosas que contiene la muestra para cada atributo, así como el total de unidades inspeccionadas para cada atributo, respectivamente.

### **3.5. Recolección y tabulación de datos**

La recolección de los datos se hace a través de hojas de verificación o de registro los cuales ordenan la información para facilitar su tabulación. El proceso de recolección se realiza en los Laboratorios de Calidad, para tener mejor condiciones de observación. La adecuada obtención de los datos es fundamental para una correcta toma de decisiones y para evitar errores tipo 1 (reaccionar ante una variación asumiendo causa especial, cuando en realidad es por la variación natural del proceso), o error tipo 2 (creer que la variación en el proceso es por causas naturales, cuando en realidad es por una causa especial). Las hojas de registro son llenadas una por cada atributo inspeccionado según los criterios de conformidad previamente establecidos.

La tabulación de los datos consiste en el recuento de los datos contenidos en las hojas de verificación. En este proceso se incluyen todas aquellas operaciones encaminadas a la obtención de resultados numéricos relativos a los atributos evaluados, tales como obtener las sumatorias de las unidades defectuosas y no defectuosas de todas las muestras, para cada atributo. Los resultados serán presentados en tablas resúmenes o mapas gráficos que faciliten la comprensión de la información.

#### **3.5.1. Descripción del proceso de recolección y tabulación de datos**

El procedimiento inicia cuando el analista de Calidad se dirige al Área de Almacenamiento de Producto en Proceso y procede a la extracción de las 10 muestras, las cuales se extraen aleatoriamente de las bobinas que componen el pedido de producción. Como se definió anteriormente se extrae para cada atributo un tamaño de muestra según su naturaleza, es decir se extrae una

muestra A para los atributos donde es necesario evaluar unidades de empaque, la cual tendrá 38 unidades. Para los atributos donde se evalúen bobinas completas, la muestra tendrá la cantidad total de bobinas por cada pedido.

Las muestras son transportadas por el analista de una forma cuidadosa sin alterar su estado, ya que los atributos que se evaluarán son características físicas del mismo. Se debe evitar en todo momento que el material presente dobladuras, lastimaduras, contaminación o cualquier alteración física producto de una mala manipulación tanto en la extracción como en el transporte de las muestras. La forma correcta de transportar las muestras es formar elipses regulares con la película de polietileno y transportarlas rápidamente para evitar cualquier tipo de daño en el camino.

### **3.5.2. Resumen de resultados**

A continuación se presentan los resultados de la inspección realizada en el lote 66238 para cada uno de los atributos a controlar. Se tabularon los datos de las 10 muestras, las cuales contenían 38 unidades para las muestras A y 22 unidades para las muestras B. Los resultados expuestos pueden servir para aplicar herramientas de la calidad con el objetivo de disminuir el número de unidades defectuosas.

Tabla XXI. **Resumen de resultados del muestreo de atributos**

Atributos/ Muestras	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	TOTAL
<b>Muestra A</b>											
Manchas de impresión	3	3	3	1	2	1	2	5	1	1	22
Sello débil	4	6	2	2	2	5	3	2	2	1	29
De laminación	2	2	1	1	0	0	1	3	0	3	13
Tonalidad	3	3	1	2	3	2	0	4	1	2	21
Lastimaduras	1	3	1	1	3	1	2	2	2	2	18
Picaduras	0	2	0	3	1	0	3	1	0	1	11
Anclaje de tinta	1	1	1	1	1	1	0	1	1	2	10
Grumos	0	1	3	1	1	0	0	0	1	2	9
Zipper mal sellado	1	3	3	1	3	2	2	1	1	3	20
<b>Muestra B</b>											
Bobinado	1	3	1	0	2	1	0	1	1	1	11
Core dañado	1	1	1	1	2	0	1	1	0	1	9
Contaminación	1	2	1	1	3	0	2	0	1	2	13
Pigmentación	0	1	0	1	1	1	2	2	0	4	12
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>31</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>24</b>	<b>14</b>	<b>18</b>	<b>23</b>	<b>11</b>	<b>25</b>	<b>198</b>

Fuente: elaboración propia.

### 3.6. Análisis de gráficos de control de atributos

Los gráficos de control son herramientas indispensables para monitorear y controlar adecuadamente la calidad de los procesos. Todas las actividades y procesos que se realizan en la empresa están caracterizados por la presencia de la variabilidad. Todas las semanas pueden observarse cambios en todas las actividades y procesos, es decir siempre habrá cambios en las ventas, en el desempeño del personal, variaciones en la maquinaria, variaciones en los

tiempos de los procesos y todos estos en conjunto impactan en la calidad de los productos.

La variación en un proceso puede ser ocasionada por dos tipos de causas. La primera son las causas aleatorias de variación, es decir, las que son ocasionadas por el azar, estas se manifiestan todos los días, en todos los lotes de producción. Según Gutiérrez Pulido, esta variación es la sumatoria de la variación individual de las 6M, las cuales son: materiales, maquinaria, medición, mano de obra, métodos y medio ambiente. La segunda causa de variación es por causas especiales, la cual es generada por situaciones o circunstancias especiales que no están permanentemente en el proceso. Por ejemplo, la falla ocasionada por un error en el operario, un desajuste o daño en una pieza de la maquinaria, entre otros. Se dice que un proceso que trabaja solo con causas aleatorias de variación está en control estadístico, ya que este tipo de variaciones a través del tiempo son predecibles.

### **3.6.1. Descripción de los gráficos a utilizar**

La carta de control a utilizar será la de proporción de artículos defectuosos (carta p) la cual analiza las variaciones en la fracción o proporción (o porcentaje) de unidades defectuosas por cada muestra. En la carta p se toma una muestra de tamaño ni unidades, que puede ser la totalidad o parte de las unidades de un pedido, un lote, o cierta producción. Se revisa cada una de estas ni unidades y si de ellos se encuentra di defectuosos, entonces la carta p grafica la proporción pi de artículos defectuosos.

$$p_i = \frac{d_i}{n_i}$$

Dónde

$p_i$  = proporción de unidades defectuosas

$d_i$  = cantidad de unidades defectuosas

$n_i$  = tamaño de la muestra

Para el cálculo de los límites de control se utiliza la desviación estándar de los datos seleccionados. Siempre se toma en cuenta la distribución binomial y a partir de esto se aplica el mismo esquema general, que señala que los límites críticos están dados por la aplicación de la suma y resta de la desviación estándar a la línea central. De esta manera los límites críticos son:

$$\text{Límite de control superior} = p + 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

$$\text{Línea central} = p$$

$$\text{Límite de control inferior} = p - 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

### **3.6.2. Elaboración de los gráficos**

La elaboración de las cartas o gráficos de control tiene como objetivo básico el observar y analizar el comportamiento de un proceso a través del tiempo. Esto permitirá distinguir las variaciones por causas comunes de las debidas a causas especiales, lo que le ayudará al Departamento de Aseguramiento de la Calidad a caracterizar el funcionamiento del proceso y así decidir las mejores acciones de control y mejora continua.

El primer paso para la construcción de un gráfico de control es la elaboración de la tabla resumen de las unidades defectuosas encontradas en el muestreo realizado previamente:

Tabla XXII. **Distribución de la cantidad de unidades defectuosas encontradas en la inspección de atributos por muestra**

Núm. muestra	Tamaño de muestra	Unidades defectuosas	Proporción	Porcentaje (%)
1	430	18	0,041860465	4,19 %
2	430	31	0,072093023	7,21 %
3	430	18	0,041860465	4,19 %
4	430	16	0,037209302	3,72 %
5	430	24	0,055813953	5,58 %
6	430	14	0,03255814	3,26 %
7	430	18	0,041860465	4,19 %
8	430	23	0,053488372	5,35 %
9	430	11	0,025581395	2,56 %
10	430	25	0,058139535	5,81 %
			Pp= 4,60 %	

Fuente: elaboración propia.

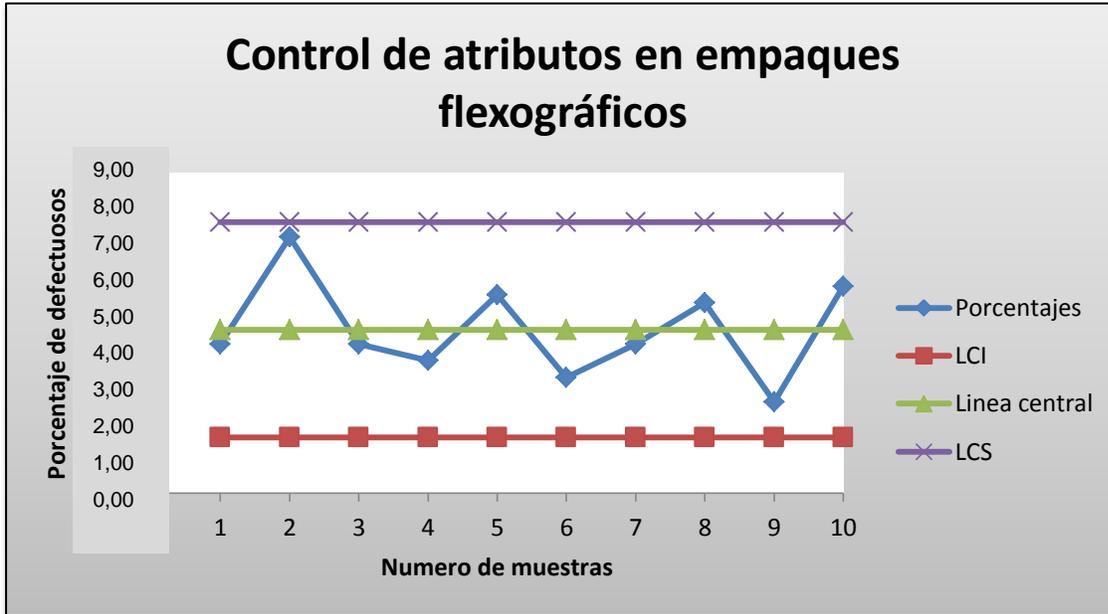
El segundo paso es la determinación de los límites críticos y la línea central. Estos se determinan de la siguiente manera:

$$LCS = 4,60 + 3 \sqrt{\frac{4,60(100-4,60)}{430}} = 7,63 \%$$

$$\text{Línea central} = 4,60 \%$$

$$LCI = 4,60 - 3 \sqrt{\frac{4,60(100-4,60)}{430}} = 1,57 \%$$

Figura 61. Gráfico de control de los atributos inspeccionados



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

Como se logra observar en el gráfico para atributos 100 p, utilizado como herramienta para el monitoreo del porcentaje de unidades defectuosas en el proceso de elaboración de empaques flexográficos, existe control estadístico en dicho proceso. Este gráfico se utilizó para poder tener un parámetro de referencia general en la calidad de los productos que ofrece la empresa.

Es importante realizar una evaluación de los otros gráficos de control para atributos con el objetivo de obtener parámetros de referencia más específicos, para poder ofrecer al cliente en sus productos. Otros gráficos para atributos que se pueden utilizar en el proceso de monitoreo y control en los empaques flexográficos son:

- Gráfico de control np (número de unidades defectuosas)

El gráfico np es una herramienta estadística usada para evaluar el número de artículos defectuosos o el número de artículos no conformes producidos por un proceso. En muchas ocasiones cuando el tamaño de la muestra en los gráficos  $p$  es constante, es más conveniente usar la carta np.

Los límites de control para la carta np se obtienen estimando la media y la desviación estándar de  $d_i$ , que bajo el supuesto de distribución binomial están dadas por:

$$\mu_{d_i} = n\hat{p} \text{ y } \sigma_{d_i} = \sqrt{n\hat{p}(1 - \hat{p})}$$

Donde

$n$  = tamaño del subgrupo y  $\hat{p}$  es la proporción promedio de artículos defectuosos. De esto se puede obtener los límites de control del gráfico np

$$LCS = n\hat{p} + 3\sqrt{n\hat{p}(1 - \hat{p})}$$

$$\text{Línea central} = n\hat{p}$$

$$LCI = n\hat{p} - 3\sqrt{n\hat{p}(1 - \hat{p})}$$

- Gráfico de control c (número de defectos)

El propósito del gráfico de control c es monitorear el número de defectos por subgrupo, cuando el tamaño de subgrupo sea constante (muestra). Los límites de control se obtienen bajo el supuesto de una distribución de

Poisson para el estadístico. Por lo tanto la estimación de la media y desviación estándar se calculan de la siguiente manera:

$$\mu_{\bar{c}} = \bar{c} = \frac{\text{Total de defectos}}{\text{Total de subgrupos}}$$

$$\sigma_{\bar{c}} = \sqrt{\frac{\bar{c}}{n}}$$

Utilizando estas ecuaciones se puede obtener los límites de control del gráfico c:

$$\text{LCS} = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$\text{Línea central} = \bar{c}$$

$$\text{LCI} = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

- Gráfico de control u (número promedio de defectos por unidad)

En este gráfico se analiza el número promedio de defectos por unidad, en lugar del total de defectos en el subgrupo. Se utiliza cuando el tamaño de los subgrupos no es constante y la distribución es de Poisson.

$$\bar{u} = \frac{\text{Total de defectos}}{\text{Total de artículos inspeccionados}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

Donde n es el tamaño del subgrupo. De esta manera los límites de control para el gráfico u están dados por:

$$\text{LCS} = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$\text{Línea central} = \bar{u}1$$

$$\text{LCI} = \bar{u}1 - 3\sqrt{\frac{\bar{u}1}{n}}$$

### 3.6.3. Análisis estadístico

La mejora de procesos y los sistemas de calidad requieren que la toma de decisiones se apoye en un correcto análisis de los datos. La estadística es fundamental para la determinación de un problema, las causas que lo provocan y da herramientas para la minimización del riesgo en la toma de decisiones. La estadística es vital en el control y monitoreo de procesos, y en la mejora de la calidad, ya que está conformada por un conjunto de técnicas y conceptos orientados a la recolección y el análisis de datos tomando en cuenta la variación en los mismos.

La media del porcentaje de unidades defectuosas por muestra es de 4,60 %, el límite central superior es de 7,63 % y el límite central inferior es del 1,57 %. Estos datos indican que la empresa puede ofrecer una media de 4,60 unidades defectuosas por cada 100 vendidas y un máximo de 7,63 unidades defectuosas por cada 100 vendidas, incluyendo todas las posibles inconformidades por atributos en el producto. Es importante mencionar que algunos clientes son más exigentes en la presencia de ciertos atributos en el producto que en otros. Para algunos clientes es más importante controlar los atributos funcionales del producto que los estéticos.

### 3.6.4. Interpretación de resultados

Analizando los resultados del muestreo se puede observar que los atributos que más unidades defectuosas arrojaron fueron: sello débil (14,65 %), manchas de impresión (11,11 %), tonalidad (10,61 %), *zipper* mal sellado (10,10 %) y lastimaduras (9 %). Según los datos obtenidos en el cuadro de rechazos y reclamos del 2014 los atributos que presentaron los mayores porcentajes de incidencia en los rechazos y reclamos son:

Tabla XXIII. **Atributos que más impacto tuvieron en la calidad de los productos en el 2014**

Atributo	Incidencia rechazos 2014 (%)
Manchas de impresión	26,72 %
Sello débil	11,13 %
Embobinado	9,31 %
De laminación	8,10 %
Core dañado	6,88 %
Tonalidad	6,07 %

Fuente: Polytec.

Comparando los datos del muestreo y los rechazos – reclamos de 2014, se puede observar que 3 de los atributos con mayor frecuencia de unidades defectuosas presentes en los resultados del muestreo, están dentro de los 5 que más rechazos ocasionaron. Esto refleja un alto nivel de confiabilidad en el sistema de muestreo propuesto. Es necesario analizar a detalle el comportamiento de los atributos: bobinado, de laminación y core dañado, ya que estos se encuentran en el tercer, cuarto y quinto lugar de frecuencia de

rechazos y reclamos, y en el muestreo aparecen en posiciones más bajas de incidencia.

### **3.7. Análisis de las causas de no conformidades**

Las causas de no conformidades en el producto se pueden deber a 2 tipos de variación: la ocasionada por efecto de la variación por causas comunes (o por el azar), y las ocasionadas por una causa especial o asignable.

La variación por causas comunes es aquella que permanece todos los días, en cada lote de producción y aportan en forma natural las actuales condiciones de las 6M: materiales, maquinaria, mediciones, mano de obra, métodos y medio ambiente. Todos los procesos productivos tendrán la participación de pequeñas variaciones que se van agregando por cada factor que interactúa con la operación. Es decir mientras más factores estén participando en el proceso la variación por causas comunes será mayor. Es importante destacar que estas pequeñas, pero acumulativas fuentes de variación, representan a largo plazo la mayor oportunidad de mejora en la calidad.

La variación por causas especiales o atribuibles es generada por situaciones o circunstancias especiales que no están permanentemente afectando el proceso. Estas causas de variación pueden darse por deficiencias en los conocimientos de un operador, fallas en la maquinaria, errores de comunicación, descuidos de operarios, es decir todas las causas que llegan de manera impredecible, de las cuales no se tiene ningún registro histórico.

Las posibles causas asignables de variación en los atributos a controlar se enlistan a continuación:

- Manchas de impresión
  - Rotura de una pieza en la impresora
  - Problema con la viscosidad de la tinta
  - Taponamiento de inyectores
  
- Sello débil
  - Mala combinación en la mezcla de materiales
  - Temperatura de sellado demasiado baja
  - Desajuste de la selladora (tiempo de sellado)
  
- Embobinado
  - Error directo del operario
  - Deformación del core
  - De laminación
  - Desperfecto de la laminadora
  - Problema con la combinación de sustratos
  - Error directo del operador
  
- Core dañado
  - Malas condiciones de almacenamiento
  - Descuidos en el transporte y manipulación
  
- Tonalidad
  - Desperfecto en la impresora

- Mala calidad de las tinta
- Error directo del Departamento de Diseño y Prerensa
- Lastimaduras
- Descuido del operario en la manipulación y transporte
- Descompostura de la maquinaria
  
- Picaduras
  - Materia prima vieja
  - Error en la mezcla de materia prima
  
- Anclaje de tinta
  - Descompostura de la maquinaria
  - Error en la viscosidad de la tinta
  
- Contaminación
  - Descuido del operador (en la manipulación o transporte)
  - Actitudes negativas del personal
  - Presencia masiva de plagas en la planta
  
- Grumos
  - Fallas en la maquinaria
  - Error en la mezcla de tintas

- Pigmentación
  - Error en la selección del colorante
  - Error en la selección de la materia prima (polímero)
  - Descompostura o falla en la coextrusora
  
- *Zipper* mal sellado
  - Descompostura de la máquina
  - Error en la mezcla de materia prima
  - Descuido en la velocidad y temperatura de sellado
  
- Herramientas para identificar la causa raíz de los problemas

La identificación de las posibles causas asignables de variación en los procesos no es suficiente para lograr una mejora significativa en la calidad de los productos, hay que ir más profundo. Para lograr esto es necesario aplicar herramientas para identificar la causa raíz de los problemas. Entre las herramientas más empleadas para encontrar el problema raíz y utilizar de manera más efectiva los recursos invertidos en la mejora de la calidad están:

- Lluvia de ideas
- Multivotación
- Los cinco porqués (5W – 2H)
- Diagrama de Ishikawa

La herramienta de “los cinco porqués “ 5W - 2H es una herramienta muy poderosa para el análisis de las causas asignables, porque analiza el problema de manera completa e integral, por lo que se tomará como referencia en este

capítulo. A continuación se ejemplifica la forma en la que se aplica la herramienta 5W - 2H para encontrar la causa raíz a partir de una de las causas asignables de variación, en el atributo manchas de impresión:

### 3.7.1. Técnica 5W–2H

- *What/Qué?*

Escribir una breve descripción del problema (2 líneas)

El problema es la presencia de manchas en los empaques, debido a la presencia de tinta que no es parte de arte original de la impresión, por utilizar una viscosidad inadecuada de tinta.

- *When/Cuándo?*

¿Cuándo está Ud. viendo los problemas? ¿En qué momento del día o del proceso?

Los empaques con las manchas de impresión se encuentran cuando los analistas de calidad realizan los muestreos, en horas de la mañana y tarde.

- *Where/Dónde?*

¿Dónde está viendo los problemas? (Línea/máquina/lugar) ¿En qué parte/lugar del producto/proceso está viendo los problemas?

Los problemas se encuentran focalizados en dos impresoras Comexi donde se encontró el mayor porcentaje de empaques con manchas.

- *Who/Quién?*

¿A quién le sucede? ¿El problema está relacionado con las habilidades de la o las personas?

Los empaques presentan manchas de impresión en los dos turnos de producción, tanto de noche como de día.

- *How/Cómo?*

¿Cómo se diferencia del estado normal (óptimo)? ¿La tendencia es aleatoria o tiene un patrón de recurrencia?

Se diferencia de un empaque estándar por manchas de pintura en partes del arte del empaque, los cuales afectan la presentación final del mismo. Se identificó que la mayoría de empaques manchas salen de 2 impresoras Comexi.

- *How much/Cuánto?*

¿Cuántos en un día? ¿En una semana? ¿En un mes? ¿Cuánto dinero implica?

Se debe evaluar la cantidad de empaques manchas que aparezcan y cuando influye en rechazos y reclamos por parte del cliente, para hacer

la sumatoria y cálculo de kilos rechazados, y determinar el costo total de dicha causa asignable.

- *Why/Por qué?*

¿Por qué sucede el problema?

Gracias al análisis realizado se puede concluir que el problema puede ser ocasionado por otro factor, como por ejemplo la velocidad de impresión, debido a que no todas las impresoras presentan dicho atributo y la tendencia no se enfoca a un turno en particular. Es necesario aplicar esta técnica con todo el equipo del Departamento de Aseguramiento de la Calidad, descartando causas a través de la falta de evidencia y argumentos válidos, hasta poder definir cuál es la causa raíz del problema.

Tabla XXIV. **Resumen del método 5w-2h**

<b>Clase</b>	<b>5W – 2H</b>	<b>Descripción</b>	<b>Solución</b>
Tema	¿Qué?	El problema es la presencia de manchas en los empaques, los cuales afectan la presentación del mismo.	Analizar de manera integral cada una de las variables involucradas en el proceso.
Propósito	¿Por qué?	Viscosidad de la tinta diferente a la estándar, lo que ocasiona manchas en los empaques.	
Ubicación	¿Dónde?	Los problemas se encuentran focalizados en dos impresoras Comexi, donde se encontró el mayor porcentaje de empaques con manchas.	Reducir a través de descarte las variables que previo análisis queden libre de incidencia en el problema.

Continuación de la tabla LXIV.

Secuencia	¿Cuándo?	Se diferencia de un empaque estándar por manchas de pintura en partes del arte del empaque, los cuales afectan la presentación final del mismo. Se identificó que la mayoría de empaques manchas salen de 2 impresoras Comexi.	Analizar por separado cada turno con el objetivo de identificar patrones de secuencia, en máquinas, operarios y analistas.
Personas	¿Quién?	Los empaques presentan manchas de impresión en los dos turnos de producción, tanto de noche como de día.	
Métodos	¿Cómo?	Se diferencia de un empaque estándar por manchas de pintura en partes del arte del empaque, los cuales afectan la presentación final del mismo. Se identificó que la mayoría de empaques manchas salen de 2 impresoras Comexi.	Para llegar a la causa raíz de un problema se deben analizar a profundidad cada una de las variables que intervienen en la causa asignable de variación.
Costo	¿Cuánto?	Gracias al análisis realizado se puede concluir que el problema puede ser ocasionado por otro factor, como por ejemplo la velocidad de impresión, debido a que no todas las impresoras presentan dicho atributo y la tendencia no se enfoca a un turno en particular.	El llegar a la causa raíz de un problema requiere tiempo y esfuerzo pero se aprovecharán de mejor manera los recursos invertidos.

Fuente: elaboración propia.

## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **4.1. Plan de implementación**

En este capítulo se describe la implementación de la propuesta del sistema de control de atributos en la elaboración de empaques plásticos flexibles, como parte del proceso de control de la calidad establecido en el capítulo anterior.

#### **4.1.1. Alcance**

La propuesta del sistema de control inspeccionará los atributos que fueron seleccionados bajo previo análisis que más impacto tenían en la calidad del producto. Estos atributos serán obtenidos de los cinco procesos principales para elaborar empaques plásticos flexibles, los cuales son extrusión, impresión, laminación, *slitter* y corte.

Se desea que con el sistema de control de atributos aumente la calidad de los productos, así como la confianza y la demanda de clientes debido a consecución del cumplimiento de sus expectativas.

#### **4.1.2. Definición de actividades**

Las actividades que componen un sistema de control de calidad deben estar interrelacionadas y seguir los mismos objetivos de calidad que fueron establecidos por la organización. Todo el personal de la empresa se debe comprometer con el sistema de control de la calidad, ya que los objetivos de la

calidad son la guía para lograr el crecimiento y competitividad de toda la empresa. Es muy importante que todo el equipo de control de calidad se comprometa a realizar todas las actividades de manera adecuada, siguiendo los procedimientos previamente establecidos en la propuesta del sistema de control de atributos. El personal debe estar en constante capacitación, tanto teórica como práctica para poder mejorar los resultados obtenidos y tener la capacidad de lograr los objetivos de calidad de una manera más eficiente.

#### **4.1.2.1. Metodologías de medición**

La medición es el acto de recabar datos para cuantificar los valores de productos, servicios, procesos y otras actividades relacionadas con el funcionamiento de la operación. Las medidas se refieren a los resultados numéricos que se obtienen de una medición. Las mediciones son esenciales en la mejora de todos los procesos que la empresa realiza. Todo lo que se puede medir es susceptible a un mejoramiento que permita incrementar la productividad en la empresa.

La presencia o la ausencia de defectos en un empaque, una bobina o un core, podría evaluarse con una inspección visual. Una medición que derivaría de esa inspección es el porcentaje de defectos en cada uno, o en cada muestra evaluada. Las mediciones adecuadas cuentan con algunas características que han sido definidas por varias organizaciones internacionales con el acrónimo en inglés SMART, *simple, measurable, actionable y related*: simples, medibles, factibles y relacionadas.

Una medición por atributos caracteriza la presencia o ausencia de disconformidades en una unidad de trabajo, o la cantidad de disconformidades

en dicha unidad. Las mediciones de atributos la mayoría de las ocasiones se reúnen con base en una inspección visual y se expresan como proporciones.

#### **4.1.2.2. Muestreos**

Todas las bobinas de producto en proceso o producto terminado deben estar en áreas especiales o áreas de clasificación por pedidos, en donde se almacenan temporalmente para poder hacer los muestreos de calidad correspondiente, antes de ser trasladadas a la BPT. Los analistas pueden llegar a hacer las observaciones y a realizar la extracción de las muestras únicamente en esta área de clasificación. Para los atributos donde se debe inspeccionar las bobinas completas, los analistas realizan la inspección en el Área de Almacenamiento de las bobinas. Para los atributos donde se debe observar y evaluar cada empaque de la muestra, estas son trasladadas al laboratorio para poder tener mejores condiciones de iluminación y herramientas que servirán para la toma de decisión sobre la aceptación o rechazo de cada unidad muestral.

Los muestreos deben ser realizados por los analistas de Calidad, los cuales son responsables de extraer las muestras, llevarlas al laboratorio para su evaluación y análisis. Los analistas de calidad deben ser personas ampliamente capacitadas y tener un entrenamiento donde se afine la percepción visual y el criterio de aceptación, porque estos son los encargados de aceptar o rechazar cada unidad muestreada. Los jefes de Control de la Calidad de los cinco procesos productivos son los responsables de analizar los datos ya tabulados y de tomar la decisión final de aceptar o rechazar el pedido completo de producción, según situación de la calidad del pedido. El diagrama del proceso de muestreo se muestra en la figura 47, en el capítulo 3.

Para la realización del muestreo se utilizará el formato de recolección de datos de atributos (apéndice 1), el cual debe identificar claramente el producto que se está evaluando, el núm. de pedido, el número de lote, el analista que realiza el muestreo, entre otros datos, con el objetivo de llevar la trazabilidad de los productos.

La recolección de los datos se hará a través de unas casillas nulas (vacías) o casillas marcadas, según corresponda la presencia o ausencia del atributo evaluado, dentro del formato de recolección de datos de atributos, como se ejemplifica a continuación:

Tabla XXV. **Casillas de recolección de datos de atributos**

Atributos	Muestras																																						Total defectuosos	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38		
<b>Muestra A</b>																																								
Manchas de impresión						1												1																			1		3	
Sello débil	1								1									1				1																1		6
De laminación																		1																						2
Tonalidad fuera de estándar								1													1																			3
Lastimaduras	1																																							3
Picaduras								1																																2
Anclaje de tinta																																						1		1
Grumos																						1																		1
Pinhole																																								0
Zipper mal sellado																																							1	3
<b>Muestra B</b>																																								
Bobinado				1																																				3
Core dañado								1																																1
Contaminación								1																																2
Pigmentación	1																																							1

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior todas las casillas de los atributos que se presentaron fuera de los criterios de aceptación están identificados con un número 1, mientras que los que están dentro de los límites de aceptación están

vacías. Se contabiliza el total de no conformes para cada atributo en cada muestra.

#### **4.1.2.3. Tabulación de datos**

Los datos deben ser tabulados y presentados en un formato de tabulación de datos de muestreo de atributos (ver apéndice 2), en donde están todas las sumatorias de las unidades defectuosas por cada muestra y por cada atributo de los lotes monitoreados. Estos datos son utilizados también para la elaboración de los gráficos de control, los cuales son herramientas de gran importancia en el control de la calidad. Los responsables de realizar la tabulación de los datos son los analistas de Calidad, quienes elaboran un cuadro resumen con los datos de todos los subgrupos o muestras realizadas.

El área de tabulación de datos consta de cuadrículas donde se colocan los totales de unidades no conformes por cada atributo en cada una de las muestras. Además, se colocan los grandes totales para cada atributo y de cada muestra.

Tabla XXVI. **Casillas de tabulado de datos de atributos**

Atributos/ Muestras	Muestra 10	TOTAL										
<b>Muestra A</b>												
Manchas de impresión	3	3	3	1	2	1	2	5	1	1	1	22
Sello débil	4	6	2	2	2	5	3	2	2	1	1	29
De laminación	2	2	1	1	0	0	1	3	0	3	3	13
Tonalidad	3	3	1	2	3	2	0	4	1	2	2	21
Lastimaduras	1	3	1	1	3	1	2	2	2	2	2	18
Picaduras	0	2	0	3	1	0	3	1	0	1	1	11
Anclaje de tinta	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	2	10
Grumos	0	1	3	1	1	0	0	0	1	2	2	9
Zipper mal sellado	1	3	3	1	3	2	2	1	1	3	3	20
<b>Muestra B</b>												
Bobinado	1	3	1	0	2	1	0	1	1	1	1	11
Core dañado	1	1	1	1	2	0	1	1	0	1	1	9
Contaminación	1	2	1	1	3	0	2	0	1	2	2	13
Pigmentación	0	1	0	1	1	1	2	2	0	4	4	12
<b>TOTAL</b>	18	31	18	16	24	14	18	23	11	25	25	198

Fuente: elaboración propia.

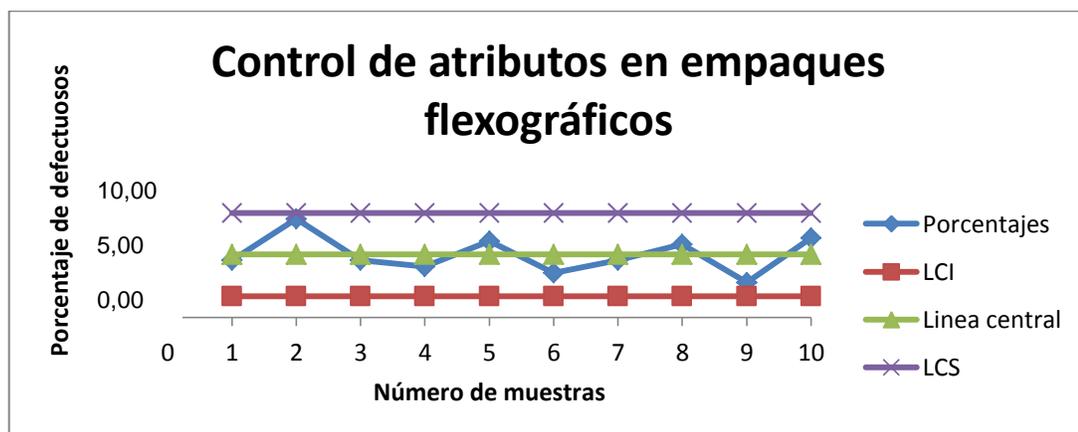
#### 4.1.2.4. **Elaboración de gráficos de control**

Los gráficos de control sirven para analizar el comportamiento de diferentes procesos y poder prevenir posibles fallos de producción o calidad, utilizando métodos estadísticos. La elaboración y monitoreo de los gráficos de control es responsabilidad del jefe de Control de Calidad el cual utiliza los datos tabulados que le fueron proporcionados por los analistas de Calidad. El gráfico de control a utilizar es la carta p (proporción de artículos defectuosos), la cual

analiza la proporción o porcentaje de artículos defectuosos por muestra o subgrupo.

El jefe de Control de la Calidad debe elaborar los gráficos de control que le parezcan pertinentes según su análisis, tanto de la proporción de unidades defectuosas, como para cada atributo inspeccionado. Los gráficos deben ser presentados y analizados en conjunto con el jefe y gerente de Aseguramiento de la Calidad periódicamente, y determinar si existe algún tipo de tendencia en los datos que pueda ser atribuida a una causa asignable de variación. Si el proceso está fuera de control estadístico o presenta tendencias bien marcadas el Departamento de Aseguramiento de la Calidad debe establecer medidas correctivas inmediatamente.

Figura 62. **Gráfico de control 100 p**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

Los gráficos de control deberán ser elaborados a través de software tales como Excel, Minitab, Inspector, entre otros. Para el correcto análisis de los datos, un gráfico de control debe tener en el eje x el número de cada

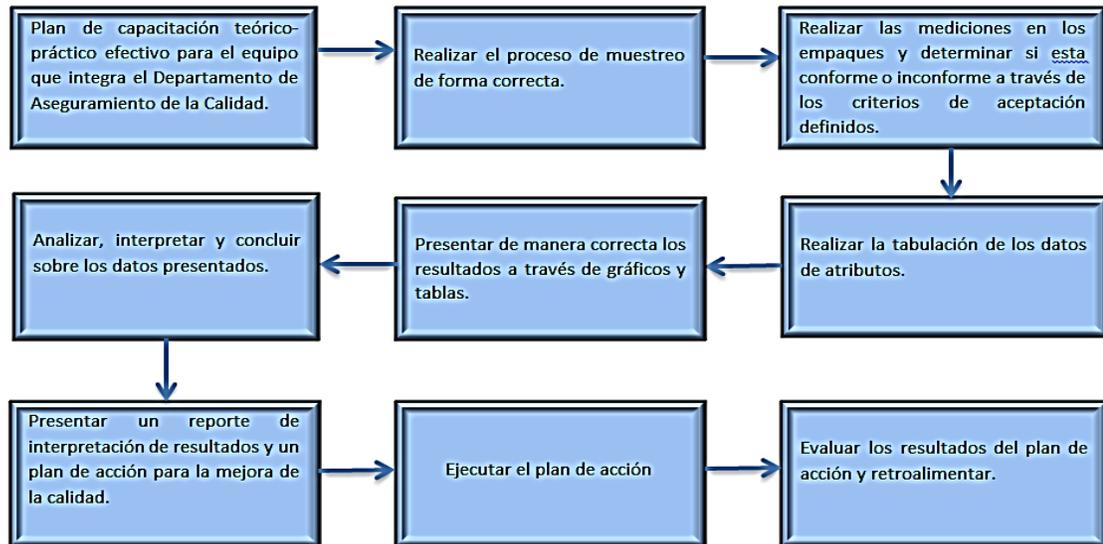
submuestra y en el eje y el porcentaje de unidades defectuosas por cada submuestra. Debe tener las líneas de los límites central superior, inferior y la línea central. Estos datos servirán de referencia, pero lo más importante es la línea de distribución de los porcentajes de las muestras, los cuales deben estar dentro de los límites superior e inferior calculados, para que el proceso esté en control estadístico.

Cabe destacar que el gráfico de control no es una herramienta de mejora de la calidad por sí mismo, sino una forma gráfica de reflejar la información obtenida y realizar su análisis de una forma más eficiente y controlada. La mejora de la calidad de los productos se realizará con el análisis y la interpretación de resultados, unido a un plan de acción eficaz para la mejora continua de la calidad.

#### **4.1.3. Análisis de actividades**

Después de haber realizado el proceso de muestreo, las mediciones, la tabulación de los datos y los gráficos de control es necesario poder presentar de manera correcta los resultados, su interpretación y la toma de decisiones. La presentación e interpretación de los resultados es de gran importancia porque es la información que analizarán los jefes de Control de Calidad con el jefe y gerente de Aseguramiento de la Calidad, para poder determinar el nivel de avance y las mejoras en la calidad del producto. Para que la implementación del sistema de control de atributos sea efectiva las actividades que lo componen deben estar vinculadas y realizarse en equipo, de forma integral. La secuencia de las actividades para la implementación del sistema de control de atributos se representa gráficamente de la siguiente manera:

Figura 63. **Diagrama de la secuencia de actividades realizadas en el sistema de control de atributos**



Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.3.1. **Presentación de resultados**

Una vez recogida y procesada la información, es necesario presentar los resultados de manera adecuada, de tal forma que contribuya a facilitar la comprensión de dichos resultados en función de los objetivos trazados. La presentación adecuada de los resultados juega un papel determinante en la toma de decisiones, debido a la interpretación de situaciones donde exista variabilidad por causas asignables, en donde se deben tomar acciones correctivas rápidamente para evitar el incremento de las pérdidas. Los resultados pueden ser presentados de muchas maneras, siempre que sea de forma clara, ordenada y concisa.

Para la presentación de los datos de atributos se utilizarán tablas de resumen y gráficos que ilustren y comparen los resultados obtenidos en períodos anteriores, y los resultados obtenidos después de implementar el sistema de control de atributos en la elaboración de los empaques plásticos.

#### **4.1.3.2. Interpretación de resultados**

Esta actividad es la base de la toma de decisiones en el Departamento de Aseguramiento de la Calidad. Se trata de vincular los resultados obtenidos con el conocimiento existente sobre el proceso. La interpretación de los resultados permitirá conocer cuál es el comportamiento del proceso, detectar problemas actuales o potenciales, determinar posibles causas de variabilidad, facilitará y reducirá la incertidumbre en la toma de decisiones.

Una señal que indica que se ha detectado una causa especial o asignable de variación se manifiesta cuando un punto cae fuera de los límites de control o cuando los puntos graficados en la carta siguen un comportamiento no aleatorio. Para facilitar la identificación de patrones no aleatorios, lo primero que se hace es dividir la carta de control en seis zonas o bandas iguales, cada una con una amplitud similar a una desviación estándar del estadístico que se gráfica.

El siguiente paso es analizar los cinco patrones de comportamiento de los puntos en el gráfico, los cuales indicaran que el proceso está funcionando con causas especiales de variación. Para detectar cada patrón no aleatorio se dan algunas pruebas estadísticas, que se derivan de supuestos de independencia entre muestras. Si dos muestras consecutivas de un gráfico no son independientes, entonces una alternativa para lograr que sean independientes es ampliar la frecuencia de muestreo, hasta lograr la independencia. A

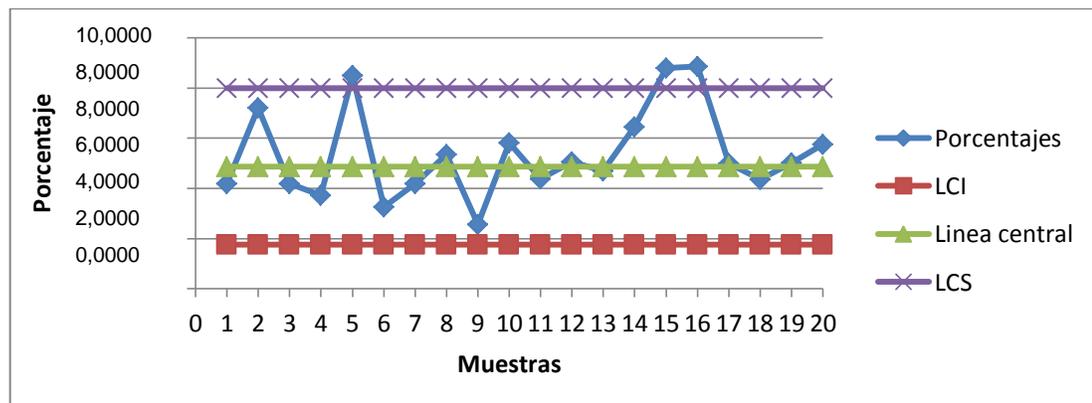
continuación se definen los cinco patrones de comportamiento de los puntos de un gráfico de control, y las posibles causas atribuibles:

- Patrón 1. Desplazamientos o cambios en el nivel del proceso

Este patrón se presenta cuando uno o más puntos se salen de los límites críticos de control, o cuando hay una tendencia larga y clara a que los puntos consecutivos caigan de un solo lado de la línea central. Las posibles causas de este patrón son:

- La contratación de nuevos trabajadores, maquinaria, materias primas o métodos.
- Cambios en las metodologías de inspección y control.
- Cambios en la actitud de los trabajadores.
- Mejora o retroceso en el proceso.

Figura 64. **Representación del Patrón 1 “Desplazamientos o cambios en el nivel del proceso” en un gráfico de control**



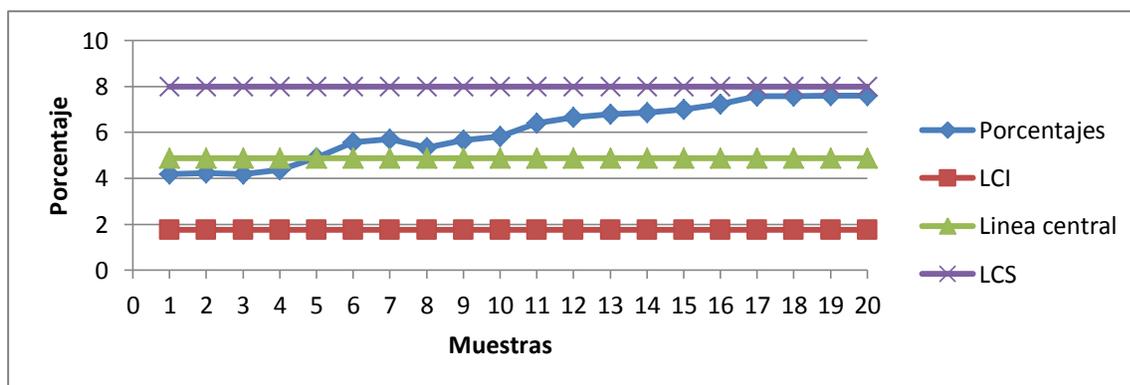
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

- Patrón 2. Tendencias en el nivel del proceso

Consiste en una tendencia a incrementarse o disminuirse los valores de los puntos en la carta. Las posibles causas de este patrón son:

- El deterioro o desajuste gradual del equipo de producción.
- Cambios graduales en las condiciones del medio ambiente.
- Taponamiento gradual de tuberías.
- Calentamiento de las máquinas.

Figura 65. **Representación del Patrón 2 “Tendencias en el nivel del proceso en un gráfico de control**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

En algunas ocasiones todos los datos pueden estar distribuidos por encima o por debajo de la media, sin presentar ningún ciclo o patrón ascendente o descendente, esta situación indica que el proceso no está centrado, por lo que el control no se está llevando de manera correcta y eficaz. En estos casos se debe centrar el proceso, es decir, mover la media de tal manera que la línea central de distribución de datos esté al

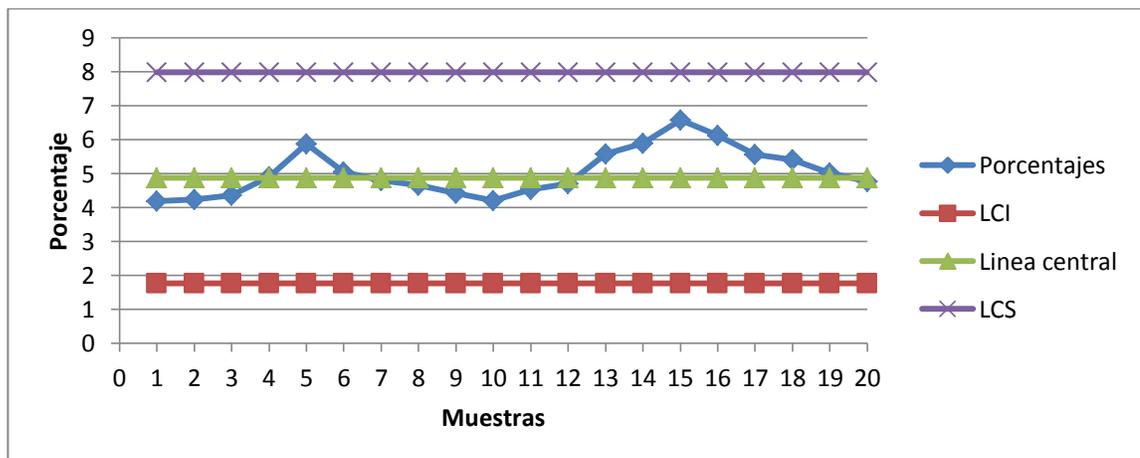
mismo nivel que el porcentaje mínimo de inconformidades que se puede ofrecer al cliente. Este caso es muy común, por la cultura de mejora continua en los procesos y productos, pero siempre se debe tener el cuidado de ir centrando los procesos según se requiera.

- Patrón 3. Ciclos recurrentes

Se presentan incrementos y disminuciones en los puntos en forma repetitiva a lo largo del tiempo (ciclos). Las posibles causas de este patrón son:

- Rotación regular de maquinaria y personal.
- Diferentes dispositivos de medición utilizados por los analistas.
- Efecto sistemático producido por dos máquinas, materias primas diferentes o dos operarios que trabajan de forma alternada.

Figura 66. **Representación del Patrón 3 “Ciclos recurrentes” en un gráfico de control**



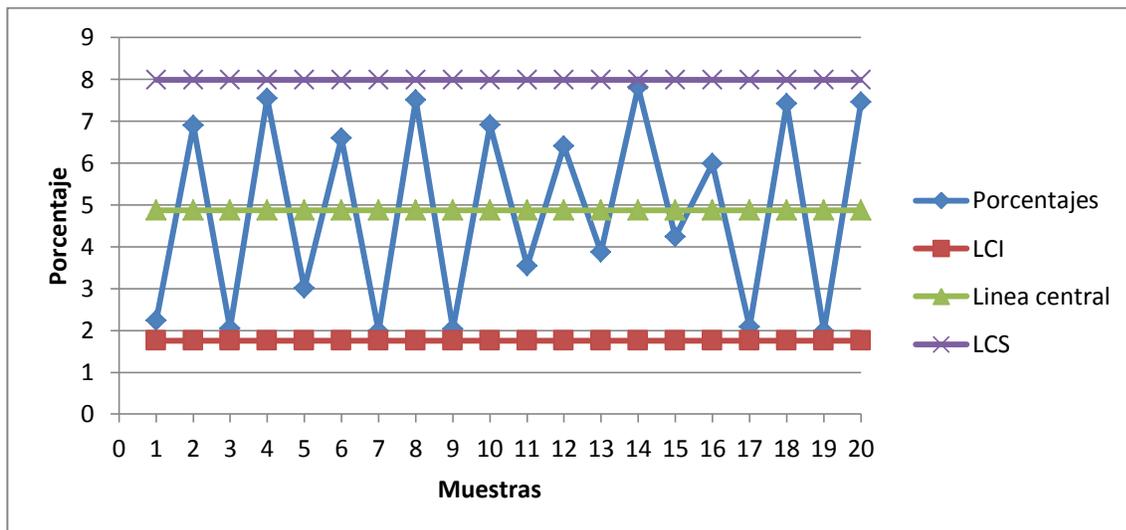
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

- Patrón 4. Mucha variabilidad

Una señal de la presencia de este patrón es la alta proporción de puntos cerca de los límites de control, a ambos lados de la línea central, y pocos o ningún punto en la parte central del gráfico. Algunas causas que pueden afectar al gráfico de esta manera son:

- Control de dos o más procesos en el mismo gráfico con diferentes promedios.
- Diferencias sistemáticas en la calidad del material o en los métodos de prueba.
- Sobrecontrol o ajustes innecesarios en el proceso.

Figura 67. **Representación del Patrón 4 “Mucha variabilidad” en un gráfico de control**



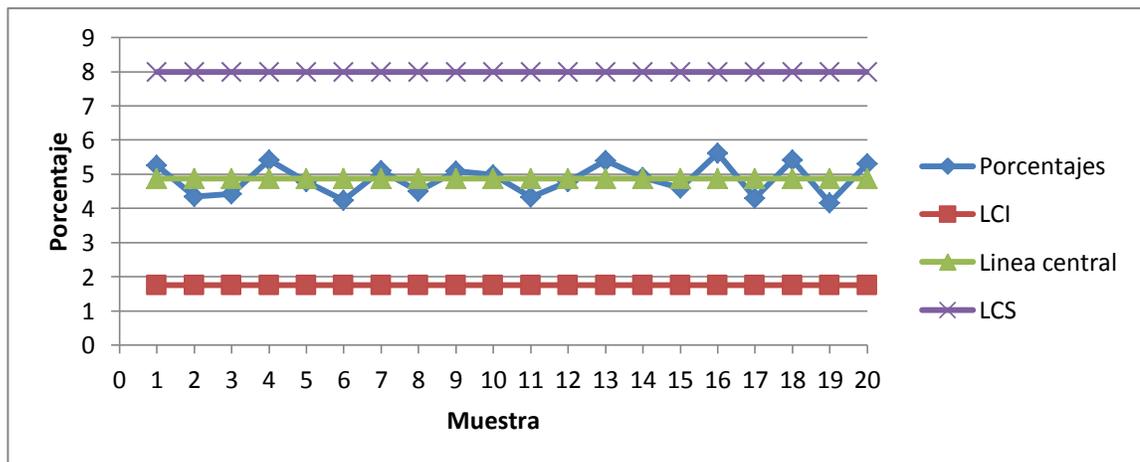
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

- Patrón 5. Falta de variabilidad

Este patrón se da cuando la mayoría de los puntos se concentran en la parte central del gráfico, es decir, que los puntos reflejan poca variabilidad. Las causas que provocan la presencia de este patrón son:

- Equivocación en el cálculo de los límites de control
- Manipulación de los resultados
- Carta de control inapropiada para el estadístico graficado

Figura 68. **Representación del patrón 5 “Falta de variabilidad” en un gráfico de control**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

La interpretación de los resultados es responsabilidad de los jefes y el gerente del departamento, los cuales deben llegar a unificar los criterios y tomar las decisiones de manera consensuada. El objetivo principal del proceso de recolección, tabulación, análisis e interpretación de los datos del muestreo es la medición del cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos para la

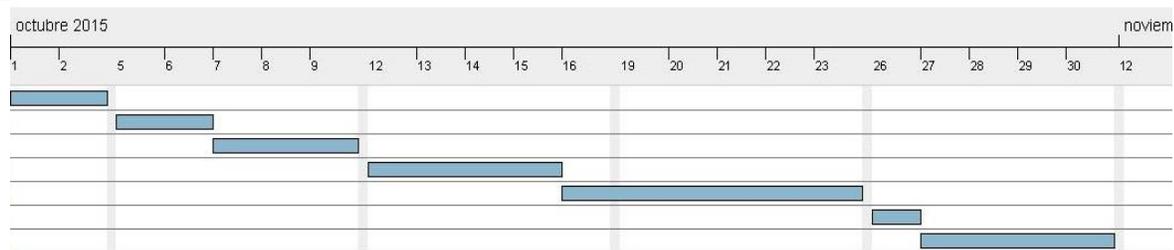
organización. En el apéndice 3 se presenta el formato Reporte de Interpretación de resultados y el Plan de Acción, que utilizarán los jefes de Control de Calidad para presentarlo al Departamento de Aseguramiento de la Calidad previo a su ejecución.

#### 4.1.4. Cronograma de actividades

A continuación se presenta el cronograma de actividades en la tabla XXVII.

Tabla XXVII. **Cronograma de actividades para la implementación de la propuesta de control de atributos**

Fecha de Inicio	Actividad	Duración (Días)
01-10-15	Reuniones iniciales con los involucrados en el sistema de inspección, definir responsabilidades, puestos de trabajo, materiales y equipo, entre otros.	3
05-10-15	Diagnóstico de la situación actual.	2
07-10-15	Capacitaciones teóricas.	4
12-10-15	Capacitaciones prácticas.	4
16-10-15	Período de prueba.	7
24-10-15	Evaluación de desempeño.	1
26-10-15	Documentación del sistema de inspección.	5



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Visio.

## **4.2. Plan de capacitación de analistas de Calidad**

La capacitación del personal es el pilar fundamental que sostiene las bases de la eficacia del sistema de control de atributos. Los atributos son características no medibles del producto, los cuales deben ser inspeccionados a través de la observación y de la aplicación del criterio de aceptación de los analistas de Calidad.

Se deberá capacitar al personal en cuanto a conocimientos teóricos y prácticos que le permitan tener un conocimiento completo del Control de Calidad. Es de gran importancia que todo el equipo de Control de la Calidad se comprometa con los objetivos de la empresa, y que sienta realmente la necesidad de tomar con toda seriedad las capacitaciones.

Para un mejor control en las capacitaciones del personal que deberá utilizar un formato que incluya los ítems de las competencias necesarias que un analista de Calidad debe tener, para desarrollar de manera correcta sus actividades. En el apéndice 4 se presenta el formato del Plan de capacitación de analistas de Calidad.

### **4.2.1. Principios generales del plan de capacitación de analistas de Calidad**

Los principales aspectos a ser considerados para la elaboración de un plan de capacitación, diseñado para las necesidades del personal que monitorea y controla los atributos en el proceso de elaboración de empaques plásticos son los siguientes:

- Detectar las necesidades de capacitación: se debe establecer quienes necesitan la capacitación y a la vez determinar los conocimientos, habilidades y capacidades que se requieren.
- Establecer los objetivos de la capacitación: es importante determinar lo que se quiere alcanzar con el plan de capacitación. El primer objetivo es obtener datos representativos y confiables en los procesos de muestreo. El segundo objetivo es la correcta manipulación de la información obtenida, tanto la tabulación como la presentación de los datos. El tercer objetivo es la interpretación de la información obtenida, lo cual es responsabilidad de los jefes de Control de Calidad y el jefe y gerente de Aseguramiento de la Calidad, los cuales son responsables de hacer el análisis de los datos y tomar decisiones.
- Implementar el plan de capacitación: esta actividad debe ser coordinada con el Departamento de Recursos Humanos, ya que ellos son los encargados de programar las capacitaciones a todo el personal y de gestionar la participación de las personas que las impartirán.
- Evaluar y retroalimentar: es importante evaluar periódicamente el desempeño del personal y el cumplimiento de los objetivos establecidos por el Departamento del Aseguramiento de la Calidad, y retroalimentar el plan de capacitación periódicamente.

#### **4.2.2. Análisis y entrenamiento del personal**

El recurso humano es la parte más importante en el control de los atributos. El personal involucrado en la calidad debe reunir un conjunto de

competencias necesarias para el desarrollo correcto de sus actividades. Dentro de las competencias necesarias para el puesto de analista de Calidad están:

- Conocimiento

El analista de Calidad debe tener conocimiento sobre la forma correcta de realizar los muestreos, las mediciones basadas en criterios de aceptación, el uso de los formatos de tabulación de datos y la realización de gráficos de control en software especializados.

- Habilidad

Para la manipulación de los empaques y para la medición de los atributos. Es necesario tener habilidad visual y tener bien definidos los criterios que se van a aplicar en la selección de cada empaque.

- Experiencia

La experiencia también es importante en el personal, ya que en muchas ocasiones se debe aplicar análisis y criterio propio para poder determinar si un producto está conforme o no cumple los criterios de aceptación. Además, la experiencia hace más eficientes a los analistas, siendo rápidos para realizar su trabajo y cometiendo una menor cantidad de errores.

Los entrenamientos son fundamentales para lograr el desarrollo adecuado de las actividades y procesos del sistema de control de atributos. Los modelos modernos de entrenamiento del personal están enfocados en la aplicación de todos los conocimientos teóricos que

fueron proporcionados a los trabajadores previo al programa de entrenamiento. La mejor metodología para garantizar el aprendizaje es la realización de las actividades que posteriormente tendrán como responsabilidades. Solo la práctica desarrollará las habilidades del talento humano.

#### **4.2.2.1. Aptitudes y actitudes del personal**

El recurso humano empleado en el control de calidad debe reunir un conjunto de características tanto personales como profesionales, que le permitan desarrollar de manera adecuada las actividades y responsabilidades que les son asignadas. Los conceptos modernos de productividad incluyen como el factor más importante el recurso humano empleado. Entre las aptitudes que debe reunir el personal para el control de los atributos se pueden mencionar:

- Capacidad de análisis: es importante que el personal que conforme el equipo de control de atributos sea analítico, y por ende tenga la capacidad de analizar las situaciones que se le presenten en sus labores.
- Toma de decisiones: esta aptitud es la más importante para los integrantes del equipo de Control de la Calidad, debido a que esto es lo que va a realizar en todo momento. Todo el tiempo tendrán que estar evaluando unidades muestrales y decidir si pasa o no pasa la inspección de calidad, y en mayor escala con los lotes de producción.
- Capacidad visual: es muy importante que los colaboradores dedicados de los atributos tengan buena capacidad visual, ya que la medición y

evaluación de las unidades muestrales se realiza a través de la observación pura.

- Manejo de software: es importante el desarrollo y actualización de esta aptitud, debido a que los registros de la tabulación de los datos, y la presentación de los datos se realizaran a través de un software adecuado. Otro aspecto que resalta la importancia del manejo del software es la elaboración de los datos históricos de la empresa.

Las actitudes son igual de importantes que las aptitudes en la valoración del potencial del talento humano.

- Respeto: debe tener una actitud de respeto y consideración con todas las demás personas, tanto las que trabajan directamente con el como con todo el personal de la empresa en general, provocando siempre tener un ambiente agradable de trabajo.
- Trabajo en equipo: esta actitud es básica en un analista de Calidad debido a que ambos son responsables de la calidad de muestreo realizado, y de la evaluación de las unidades. Además, cuando un empaque presenta un atributo difícil de identificar y evaluar, ambos lo revisan y toman la decisión en conjunto y aportando su decisión siempre apegados a los criterios de decisión establecidos.
- Compromiso con el trabajo: son responsables directos de la selección de los empaques, por lo tanto es de mucha importancia que hagan su trabajo con mucha seriedad, y eviten caer en situaciones donde no revisen adecuadamente los empaques.

- Flexibilidad: disposición para trabajar cuando la organización lo requiera, para cubrir compañeros de trabajo o realizar trabajos urgentes para la empresa, incluso fuera de sus horas laborales.
- Motivación: estar comprometidos y motivados por la consecución de los objetivos de la empresa, además de crear siempre un ambiente de mejora continua dentro del Departamento de Calidad.

#### **4.2.2.2. Capacitaciones**

- Capacitación teórica: los conocimientos teóricos que el equipo de Control de Calidad debe recibir están divididos en tres áreas, que se describen a continuación:
  - Muestras: el analista de calidad debe ser capacitado para la extracción, manipulación y transporte de las muestras del Área de Almacenamiento de bobinas hacia los laboratorios de calidad de una manera adecuada.
  - Criterios de aceptación: el analista de calidad será quien evalúe los atributos cada unidad que conforma la muestra, por lo que la capacitación en cuanto a los criterios de aceptación es fundamental para la obtención de datos correctos y confiables. Esta parte de la capacitación también es obligatorio que la reciban los jefes de Control de Calidad y el jefe y gerente de Aseguramiento de la Calidad, con el objetivo de unificar los criterios de aceptación, los cuales algunos son muy difíciles de estandarizar.

- Tabulación y presentación: la correcta tabulación de los datos es imprescindible para la exactitud y confiabilidad de los datos obtenidos. La presentación de la información a los jefes también es parte importante de proceso de control, ya que de aquí se parte con el análisis de la información y la toma de decisiones.
- Capacitación práctica: los conocimientos prácticos están orientados a entrenamientos en donde el personal aplica los conocimientos teóricos, se hacen pruebas de aptitud y aprendizaje en cada sesión, tomando como referencia las áreas de conocimientos teóricos previamente impartidos.

#### **4.2.2.3. Evaluación**

El equipo de recurso humano especializado en el control de atributos debe ser evaluado periódicamente para determinar el grado de cumplimiento de los objetivos trazados. Antes de evaluar al personal es necesario determinar las competencias necesarias para el personal que realiza determinado trabajo, y darle la capacitación teórico-práctica acorde al trabajo que debe desempeñar. Se debe asegurar que el personal es consciente de la pertinencia e importancia de sus actividades y de cómo contribuyen al logro de los objetivos de calidad, y mantener los registros apropiados de la educación, formación, habilidades y experiencia.

#### **4.3. Análisis y adjudicación de responsabilidades**

Una de las actividades de mayor relevancia en la implementación de la propuesta de un sistema que controle los atributos en los empaques flexográficos, es el análisis y determinación de las responsabilidades y objetivos

que cada miembro del equipo tendrá y el alcance de la toma de decisiones. Todos los miembros del equipo de control de atributos deben tener claras cuáles son sus responsabilidades, sus objetivos y contar con un plan que detalle la forma en la que conseguirán alcanzarlos. A continuación se describen las actividades y objetivos potenciales que cada miembro del equipo deberá tener y de manera general el plan de acción de cada integrante:

- Analistas de Calidad: el equipo de analistas de Calidad está formado por un mínimo de 2 personas. Los analistas de Calidad son las piezas fundamentales en el control de atributos, debido a que ellos realizan el trabajo de campo, y el trabajo de gabinete, que es la manipulación de las muestras en el laboratorio. Las responsabilidades de los analistas de Calidad son las siguientes:
  - Realizar los muestreos en los lotes de producción.
  - Trasladar de manera adecuada las muestras al laboratorio.
  - Determinar la cantidad de unidades defectuosas por muestra, mediante la aplicación correctamente de los criterios de conformidad establecidos.
  - Tabular los datos de todos los muestreos realizados en cada pedido.
  - Presentar los datos tabulados al jefe de Control de la Calidad.
  - Participación en las auditorías de Calidad.
  
- Jefes de Control de Calidad: los jefes de Control de Calidad están en un nivel jerárquico inmediato superior a los analistas de Calidad, por lo que son responsables de las actividades que estos realicen. Los jefes de Control de calidad son responsables de las siguientes actividades:

- Coordinar la capacitación, entrenamiento y evaluación de los analistas de calidad.
- Controlar los atributos que se están monitoreando en los cinco procesos productivos de la empresa.
- Toma de decisión sobre la aceptación o rechazo de un lote de producción, basado en un análisis detallado de los resultados de los muestreos.

#### **4.3.1. Departamento de Aseguramiento de la Calidad**

El Departamento de Aseguramiento de la Calidad es el responsable de la planificación de actividades aplicadas a un sistema de calidad, para que los requisitos de calidad del producto o servicio sean satisfechos.

##### **4.3.1.1. Jefe de Departamento de Aseguramiento de la Calidad**

El jefe del departamento es el responsable de la gestión de la calidad en la empresa, y en conjunto con los jefes de Control de la Calidad, de la liberación de los lotes de producción y de la materia prima utilizada en la fabricación. Dentro de las actividades que debe desempeñar están las siguientes:

- Es responsable de la administración de estándares de color desde coordinar el proceso de aprobación de cartillas de color con el cliente, asegurar que la operación cuenta con las mismas al momento de producir y administrar el inventario de estándares de color de los productos.

- Desarrollo, implementación y seguimiento de metodologías de liberación de MP PP y PT.
- Coordinación de desarrollo, despliegue y ejecución de estándares para atributos de los productos.
- Acompañamiento técnico en visitas a clientes por inconsistencias de calidad.
- Alineación de los sistemas de control de procesos a la estrategia de capacitación y entrenamiento de la organización, sistema de aseguramiento de calidad.
- Seguimiento al cumplimiento de la ejecución de procedimientos de las áreas y de calidad del área.
- Responsable del seguimiento del programa de capacitaciones e implementación del mismo.

#### **4.3.1.2. Gerente del Departamento de Calidad**

El gerente de Aseguramiento de Calidad es el responsable de dirigir el Departamento de Aseguramiento de la Calidad y está en la cima en la escala de jerarquía dentro del mismo. Entre las responsabilidades del gerente de Aseguramiento de la Calidad están:

- Liderar las áreas técnicas: Investigación y Desarrollo y Aseguramiento de Calidad de la Organización.
- Responsable por liderar el área de calidad de la compañía, esto incluye: Laboratorio, Sistema de Gestión de Calidad, Quejas y reclamaciones y Asuntos legales y reglamentarios.
- Propuesta y diseño e implementación del plan estratégico del área.
- Diseño e implementación del programa de auditoría a los centros productivos y bodegas externas por parte de Calidad.

- Implementación de los equipos de mejoramiento de Quejas y reclamaciones.

#### **4.4. Documentación para la inspección y control**

En la actualidad las empresas están tomando muy en consideración la idea de implementar sistemas de gestión de la calidad en sus procesos. La empresa está siguiendo los pasos para la implementación de un sistema de gestión de la calidad como requisito para la implementación de la Norma ISO 9001:2015 Incisos 7.5.2 para la creación-actualización y 7.5.3 para el control de la información documentada. La documentación que incluye el sistema de control de atributos en el proceso para elaborar empaques plásticos debe contar con procedimientos, instructivos, hojas de registro, entre otros. El monitoreo, medición, análisis y evaluación de la conformidad de los productos se debe regir a las disposiciones de la Norma ISO 9001:2015 en el inciso 9.1, y utilizar las disposiciones del inciso 8.8 de dicha norma para bienes no conformes.

##### **4.4.1. Plan de muestreo**

El plan de muestreo describe la forma en que se desarrollarán las actividades de monitoreo y control de atributos. Es de vital importancia documentar el plan de muestreo porque de esa manera se le dará soporte al proceso y se cumplirán los objetivos de calidad establecidos. Además, se cumplirá con los requisitos que establece la Norma ISO 9001:2015 Inciso 7.5 para un sistema de gestión de la calidad.

El plan de muestreo debe estar incluido en el procedimiento de inspección de atributos y detallar sus componentes y características. En el plan de

muestreo debe estar compuesto por el tipo de muestreo, el tamaño de la muestra, el número de muestras, y la frecuencia de muestreo.

#### **4.4.2. Formatos para la recolección de datos**

Los formatos o formularios de recolección, se utilizan para reunir datos basados en la observación del comportamiento de un proceso con el fin de detectar tendencias, por medio de la captura, análisis y control de información relativa al proceso. Básicamente es un formato que facilita que una persona pueda tomar datos en una forma ordenada y de acuerdo al estándar requerido en el análisis que se esté realizando. Los formularios de recolección también conocidos como de comprobación o de chequeo organizan los datos de manera que puedan usarse con facilidad más adelante. En el sistema de control de atributos propuesto se utilizará el formato de recolección de datos de atributos y el formato de tabulación de datos de muestreo de atributos.

Es importante definir un lugar seguro donde se puedan almacenar los registros obtenidos con estos formularios, ya que estos son un respaldo para auditorías de calidad, en donde se debe demostrar que se están cumpliendo los objetivos de calidad previamente establecidos. Siguiendo la descripción de la Norma ISO 9001:2015 Inciso 7.5.3 para el resguardo de documentos, indica:

- Para el control de la información documentada, la organización debe responder a las siguientes actividades, según corresponda.
  - La distribución, acceso, recuperación y uso de todos los documentos.
  - El almacenamiento y conservación, incluyendo la preservación de la legibilidad.
  - Control de cambios y control de versiones.

- Retención y disposición.

El formato de recolección de datos de atributos se muestra en el apéndice 1.

#### **4.4.3. Procedimiento para la tabulación y presentación de datos**

Los resultados del muestreo serán clasificados en el formato de tabulación de datos de muestreo de atributos, para poder elaborar de manera más sencilla los gráficos de control, o los distintos gráficos necesarios para la detección de problemas reales o potenciales, las posibles causas de los problemas y la toma de decisiones correspondiente.

El procedimiento de tabulación consistirá en sumar las unidades defectuosas de cada atributo, de cada muestra y colocarlas en la casilla correspondiente en el formato. Por ejemplo si en la muestra 1, se encontraron 2 manchas de impresión que no pasaron el criterio de aceptación y fueron declaradas defectuosas, se coloca un número 2 en la casilla que surge de la intersección entre la fila correspondiente a mancha de impresión y la columna de la muestra 1. Después de llenar todas las casillas del formato se realizará las sumatoria de las filas y las columnas, en la columna y fila "Total".

La presentación de los datos se hará en presentaciones virtuales donde se agregarán tablas, gráficas, gráficos de control, un pequeño análisis de los datos y las conclusiones de los resultados. Se deben programar reuniones cortas con todos los miembros del Departamento de Aseguramiento de la Calidad de forma periódica, con el objetivo de profundizar el análisis de los muestreos y proponer acciones preventivas y de mejora si el proceso se encuentra bajo control

estadístico, o acciones correctivas si existe la presencia de algún patrón de variabilidad por causas especiales.

#### **4.4.4. Procedimiento para el control**

Este procedimiento consistirá en el monitoreo de los gráficos de control a través de la observación y el análisis del comportamiento del proceso a través del tiempo, con el objetivo de mejorar la calidad del producto. El objetivo fundamental del control es mantener el proceso dentro de los límites críticos y analizar la presencia de patrones de variabilidad, los cuales pueden ser ocasionados por alguna causa asignable. En caso de detección de una causa asignable de variación se deben proponer acciones correctivas para solucionar el problema, y reducir al máximo la presencia de unidades defectuosas que puedan generar rechazos o reclamos por el cliente.

#### **4.5. Relación beneficio-costo**

La relación de beneficio-costo mide la eficiencia del sistema de control de atributos para convertir unidades monetarias invertidas en unidades monetarias obtenidas. El sistema de control de atributos busca incrementar la utilidad de la empresa mediante la inversión de recursos (costo), con el objetivo de disminuir la cantidad de rechazos y reclamos mediante el aumento de la calidad del producto (beneficio).

En resumen la relación beneficio costo en el sistema de control de atributos surge del análisis y la inversión de recursos en los costos de no calidad y los costos para asegurar la calidad.

- **Beneficio**

Los costos de no calidad es todo el dinero que la empresa pierde por no cumplir los requisitos del cliente, y estos se ven traducidos en 2 grandes grupos: los ocasionados por fallas internas y los ocasionados por fallas externas. A continuación se presenta un resumen de los costos de no calidad:

Tabla XXVIII. **Beneficios obtenidos por la implementación del sistema de control de atributos**

<b>Por fallas internas</b>	<b>Por fallas externas</b>
Originadas por fallas, defectos o incumplimiento de especificaciones.	Disminución de atención de quejas del cliente
Menos retrabajo.	Menos gasto en servicios de garantía.
Menos reinspecciones.	Reducción de pérdidas en devoluciones y costos de imagen.
Disminuye el desperdicio.	Castigos y penalizaciones.
Análisis de defectos.	Juicios, demandas y seguros.

Fuente: elaboración propia.

- **Costo**

Los costos para asegurar la calidad es el dinero que la empresa invierte en mejorar la calidad del producto, es decir evitar y prevenir errores, fallas, desviaciones o defectos y así satisfacer las necesidades del cliente. Los costos para asegurar la calidad se agrupan en: costos de prevención y costos de evaluación. A continuación se presenta un resumen con los costos para asegurar la calidad:

Tabla XXIX. **Costos incurridos por la implementación del sistema de control de atributos**

<b>De prevención</b>	<b>De evaluación</b>
Evitar y prevenir errores, fallas, desviaciones (calibraciones)	Medir, verificar y evaluar la calidad
Planeación de calidad	Inspección, pruebas y ensayos
Planeación de procesos	Auditorías de calidad
Control de procesos	Equipos de pruebas y ensayos
Entrenamiento	Pruebas especiales

Fuente: elaboración propia

Como se definió previamente se deben calcular los costos incurridos en asegurar la calidad y los costos de no calidad, cuando el sistema de control de atributos alcance la estabilidad, y a partir de eso hacer la relación para evaluar la mejora general obtenida por la implementación del sistema de control de atributos.

## **5. MEJORA CONTINUA**

### **5.1. Plan de evaluación**

El plan de evaluación es un conjunto de actividades sistemáticas bien definidas, que buscan determinar el impacto que tienen el sistema de control de atributos en la calidad de los productos y la medición de las mejoras y cambios que se deben realizar.

La evaluación busca determinar si el personal se ha acoplado satisfactoriamente al sistema de control de atributos propuesto, y determinar las actividades que pueden ser mejoradas en cuanto a eficiencia y eficacia o sustituidos por otras que mejoren los resultados. Asimismo, medir y analizar los resultados obtenidos con el nuevo sistema de control de atributo en cuanto a cantidad de rechazos y reclamos por parte del cliente, contra los resultados que se tenían originalmente.

#### **5.1.1. Actividades de seguimiento**

Estas actividades buscan dar soporte al sistema de control de atributos basado en la medición de los resultados obtenidos y en la capacitación permanente del personal, buscando siempre mejorar los procesos de manera continua. Se debe destacar el hecho que un sistema para ser mejorado debe ser medible, por lo tanto la base será mantener una metodología constante de recopilación de registros sobre productos no conformes.

El otro pilar del sistema de control de atributos es el personal involucrado en el control de la calidad. Se debe destacar el hecho que los analistas de Calidad junto a los jefes de Control de Calidad, son los responsables de decidir si el atributo que está siendo evaluado cumple con los criterios mínimos de aceptación y tomar la decisión de aceptar o rechazar el lote de producción en base a los muestreos realizados.

#### **5.1.1.1. Capacitación del personal**

La capacitación del personal es fundamental en el proceso de control de la calidad y determinante en la mejora de los procesos en todos los ámbitos. Se debe programar capacitaciones al personal de manera constante, sin interrumpir sus actividades diarias dentro de la empresa. Ellos deben tener claro los criterios de conformidad de todos los atributos, los límites críticos, el manejo de las hojas de registro, la tabulación y presentación de los datos. Los jefes de Control de la Calidad también deben ser capacitados en la toma de decisiones y en la interpretación de indicadores de mejora.

#### **5.1.1.2. Evaluación de causas asignables**

Las causas asignables de variación o variaciones especiales, son aquellas inusuales y que son originadas por factores o situaciones específicas dentro de un proceso productivo. La variación por causas asignables de caracteriza por:

- Un fenómeno nuevo, que no había sido previsto con anterioridad.

El sistema inspeccionará y evaluará las posibles causas que provocan las disconformidades en el producto. Todas las disconformidades pueden estar ocasionadas por causas asignables o por variabilidad del azar.

### **5.1.2. Verificación del plan**

El plan de verificación es la metodología utilizada para evaluar el desempeño y el cumplimiento de los objetivos establecidos para el sistema de control de atributos. Para poder tener una verificación efectiva es importante darle seguimiento al producto y contar un sistema confiable y efectivo de auditorías de calidad. Las cuatro partes a tomar en cuenta en el plan de verificación serán:

- Seguimiento a todo el sistema
- Resultado de inspecciones
- Inconformidades encontradas
- Posibles soluciones

Los auditores encargados del seguimiento del sistema tienen que tomar en cuenta todos los factores que interactúan con la calidad del producto, y evaluar de manera integral los avances que se están logrando. No se puede permitir dejar sin evaluar ningún factor porque esto afectaría considerablemente la eficacia del sistema.

#### **5.1.2.1. Programa de auditorías internas de calidad**

Una auditoría es una actividad mediante la cual puede verificarse el cumplimiento del sistema de calidad establecido y la efectividad de dicho sistema y, en caso contrario, evaluar la necesidad de una mejora o de una

acción correctiva. La auditoría permite a la organización brindar confianza a la dirección, brindar confianza a los clientes, detectar problemas operativos, proveer oportunidad de mejora y la retroalimentación de acciones correctivas.

Los objetivos de un plan de auditoría son:

- Determinar conformidad
- Determinar funcionamiento
- Determinar efectividad
- Proveer oportunidad de mejora
- Asegurar el cumplimiento de requisitos

#### **5.1.2.2. Auditorías internas de calidad**

Las auditorías internas son una herramienta básica de la etapa de verificación de los ciclos de mejora continua. Una vez planificados todos los procesos del sistema y realizadas las tareas asociadas, es necesaria la comprobación del cumplimiento de los requisitos planteados mediante la realización de una auditoría interna. Según la Norma ISO 9001:2008 una auditoría interna debe ser:

- Un proceso sistemático: debe existir una metodología definida (procedimiento) que facilite su realización y permita la comparación de resultados de distintas auditorías.
- Un proceso independiente: el auditor debe ser objetivo e imparcial, careciendo de intereses y participación en las áreas auditadas.

- Un proceso documentado: se debe disponer de los registros asociados a los hallazgos y áreas verificadas durante la auditoría.
- Un proceso muestral: es necesaria la revisión de un número significativo (no todos) de registros de cada una de las tareas a auditar.

Un auditor interno tiene a su cargo la evaluación permanente del control de las transacciones y operaciones y se preocupa en sugerir el mejoramiento de los métodos y procedimientos de control interno que redunden en una operación más eficiente y eficaz.

El programa debe involucrar los procesos, materiales, maquinaria, mantenimiento y el personal. La frecuencia de las auditorías internas debe estar en función del tiempo de establecimiento del sistema y de la estabilidad del mismo. Cuando un sistema fue implementado recientemente, las auditorías deberían ser más frecuentes, aproximadamente seis en un año. Después de un tiempo considerable pueden bajarse a cuatro por año y cuando se logre estabilizar el sistema se podrían dejar un mínimo de dos por año.

Es importante elaborar la estructura del proceso de auditoría interna, en donde se incluyan las siguientes partes:

- Planificación de auditoría
  - Definir el alcance y requisitos a auditar
  - Definir el equipo auditor
  - Documentación a emplear

- Ejecución de auditoría
  - Revisar los requisitos documentales
  - Revisar los requisitos de infraestructura
  - Revisar los requisitos operacionales
  
- Informe de auditoría
  - Documentar los puntos fuertes
  - Documentar los puntos débiles o de mejora
  - Documentar las no conformidades

### **5.1.2.3. Auditorías externas**

La auditoría externa se realiza con el objetivo de demostrar a una entidad externa la cual tiene una relación de dependencia mutua con la empresa la confiabilidad en todos los procesos. Esta es realiza por los clientes de la organización o por otras personas que actúan de parte de este, cuando existe un contrato.

Una auditoría externa tiene la ventaja de ser eficaz en la detección de no conformidades por el hecho que siempre es más fácil identificar errores cuando no se es parte de la organización, además, de ser totalmente imparcial en todos los departamentos.

Una auditoría externa resulta más fácil para la empresa, reduciendo el tiempo que se tendrá que invertir, puesto que el servicio de consultaría ya tiene los formularios, procedimientos y conocimientos requeridos para conducir la auditoría eficientemente.

## **5.2. Realización de informes de evaluación**

Los informes de evaluación es la documentación que permite la comunicación formal dentro del Departamento de Aseguramiento de la Calidad, con los demás departamentos y la dirección, ya que para lograr la máxima eficiencia y eficacia del sistema de calidad los cambios y la evaluación deben realizarse de manera integral.

### **5.2.1. Análisis de mejoras**

Una herramienta indispensable para estructurar y ejecutar proyectos de mejora de la calidad en cualquier nivel jerárquico en la empresa. Los resultados de la implementación de este ciclo permiten a las empresas una mejora integral de la competitividad, de los productos y servicios, mejorando continuamente la calidad, reduciendo los costes, optimizando la productividad, reduciendo los precios, incrementando la participación del mercado y aumentando la rentabilidad de la empresa u organización.

El sistema de control de atributos busca la mejora en la calidad del producto, así como la eliminación de causas reales y potenciales de variabilidad. Dentro de las mejoras que el sistema de control de atributos tuvo en la calidad son:

- Facilidad en la identificación de problemas de calidad en los productos.
- Optimización de los recursos utilizados para mejorar la calidad de los productos.
- Reducir la cantidad de rechazos y reclamos ya que el muestreo se realiza en los pedidos de producción.

- Lograr una sinergia en la actitud del personal hacia la importancia que tiene lograr los objetivos de calidad y estar abiertos a proponer ideas para la mejora continua de los procesos.

Una herramienta de gran utilidad para estructurar y ejecutar proyectos de mejora de la calidad en cualquier nivel jerárquico de la organización, es el ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar).

- Planear

En esta etapa se definen los objetivos y cómo lograrlos, esto de acuerdo a políticas organizacionales y necesidades de los clientes. Puede ser de gran utilidad realizar grupos de trabajo, escuchar opiniones de los trabajadores y utilizar herramientas de planificación como por ejemplo el método 5W-2H.

El sistema de control de atributos no solo busca conocer los datos y tener el proceso bajo control, sino buscar siempre la manera de reducir paulatinamente los porcentajes de productos rechazados. Es importante focalizar esfuerzos en encontrar las causas que originan los problemas de calidad y proponer medidas inmediatas para reducir su incidencia.

- Hacer

Es ejecutar lo planeado, en esta etapa es recomendable hacer pruebas pilotos antes de implantar los procesos definidos. En su desarrollo se puede evidenciar los problemas que se tienen en la implementación, se identifican las oportunidades de mejora y su implementación. Para que la etapa de ejecución cumpla los objetivos es necesario realizar de manera

correcta cada paso de la planificación. Por ejemplo, si se decide hacer un cambio en la mezcla de resinas, es importante que el personal realice bien la mezcla, con las proporciones establecidas en la orden de trabajo.

- **Verificar**

En esta etapa se comprobará que se hayan ejecutado los objetivos previstos mediante el seguimiento y medición de los procesos, confirmando que estos estén acorde con las políticas y a toda la planeación inicial.

- **Actuar**

Mediante este paso se realizan las acciones para el mejoramiento del desempeño de los procesos, se corrigen las desviaciones, se estandarizan los cambios, se realiza la formación y capacitación requerida y se define como monitorearlo.

Figura 69. **Ciclo PHVA**



Fuente: *Ciclo PHVA*. <https://www.google.com.gt/search?q=Ciclo+PHVA&espv=2&biw=1517&bih=741&source=Inms&t>. Consulta: agosto de 2015.

Tabla XXX. **Lineamientos a seguir para la implementación del ciclo PHVA**

<b>Etapa del ciclo</b>	<b>Paso</b>	<b>Nombre del paso</b>	<b>Posibles técnicas a usar</b>
Planear	1	Definir y analizar la magnitud del problema	D. Pareto, h. de verificación, histograma.
	2	Buscar todas las posibles causas	Observar el problema, lluvia de ideas, d. de Ishikawa
	3	Investigar cual es la causa más importante	D. de Pareto, estratificación, d. de dispersión, d. de Ishikawa.
	4	Considerar las medidas de mitigación	5W – 2H
Hacer	5	Poner en práctica las medidas remedio	Seguir el plan elaborado en el paso anterior e involucrar a los afectados.
Verificar	6	Revisar los resultados obtenidos	Histograma, Pareto, gráficos de control. H. de verificación.
Actuar	7	Prevenir la recurrencia del problema.	Estandarización, inspección, supervisión, h. de verificación, gráficos de control
	8	Concluir	Revisar y documentar el procedimiento seguido y planear el trabajo futuro.

Fuente: elaboración propia.

### **5.3. Acciones preventivas**

La organización debe determinar acciones para eliminar las causas de no conformidades potenciales para prevenir su ocurrencia. Las acciones preventivas deben ser apropiadas a los efectos de los problemas potenciales. Las acciones preventivas para el sistema de control de atributos son:

- Capacitar personal para que en caso de que no se encuentre el personal competente para realizar la inspección, se cuente con el recurso humano capaz de cubrir dichas responsabilidades.
- Dar seguimiento y cumplir con responsabilidad los programas definidos para la realización de inspecciones.
- Motivar de forma de incentivos al personal para que desarrollen sus actividades de forma correcta y propongan mejoras al sistema.
- Capacitar constantemente al personal responsable de las actividades del sistema de control de atributos.

### **5.4. Acciones correctivas**

Se deben tomar acciones para eliminar las causas de las no conformidades, con el objetivo de prevenir que vuelvan a ocurrir. Las acciones correctivas deben ser apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas. Las acciones correctivas para el sistema de control de atributos son:

- Evaluar los resultados de los muestreos y analizar el comportamiento de los gráficos de control con el objetivo de encontrar causas asignables de variación, para poder tomar acciones concretas sobre los hallazgos encontrados.
- Hacer cambios en el personal involucrado en el sistema de control de atributos, si después de varias evaluaciones de desempeño este no cumple con los objetivos establecidos para su puesto.
- Cambiar proveedores en caso se compruebe disconformidades ocasionadas para la mala calidad de las materias primas.
- Hacer reparaciones y cambios fuertes en la maquinaria, si de ahí proviene una causa asignable de variación.

### **5.5. Retroalimentación del sistema**

La retroalimentación del sistema permitirá seguir mejorando continuamente la calidad de los productos. Para que la retroalimentación sea efectiva se debe tener bien claras cuáles son las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del sistema de calidad.

El proceso de retroalimentación del sistema de calidad consiste en tomar una parte o proporción de las salidas de mi proceso y llevarlas al inicio, para poder analizarlas nuevamente hasta que se estabilice y funcione como se desea.

## CONCLUSIONES

1. El sistema de control de calidad actual de la empresa inspecciona variables cuantitativas en el proceso de elaboración de empaques flexográficos, logrando así cumplir con los requisitos del cliente en cuanto a características medibles del producto. Analizando todas las causas de inconformidad presentadas por el cliente, se observó que existe un porcentaje de rechazos y reclamos provenientes de fallos en variables cualitativas del producto, por lo que se determinó la necesidad de proponer un diseño de un sistema de control de atributos en los productos.
2. Realizando el análisis de los datos de rechazos y reclamos y la aplicación de herramientas de calidad, se determinaron los siguientes atributos a monitorear: manchas de impresión, sello débil, bobinado, delaminación, core dañado, tonalidad fuera de estándar, lastimaduras, picaduras, anclaje de tinta, contaminación, grumos, pigmentación, zipper mal sellado, los cuales representan el mayor impacto en la calidad de los productos.
3. Se diseñó un sistema de control de atributos basados en muestreos aleatorios simples, aprovechando que es el utilizado para la inspección y monitoreo de variables cuantitativas, y que existe un área de clasificación por pedido de los productos en proceso, lo que facilita el proceso de inspección. Se utilizaron 2 tamaños de muestra, 380 unidades para atributos donde se debía inspeccionar empaques individuales, la cual se obtuvo a través de la fórmula para poblaciones

finitas y distribución normal de datos. Para atributos donde se debía analizar la bobina completa se inspeccionó el total de unidades que componían el pedido. La frecuencia de muestreo utilizada fue de una vez por pedido, para garantizar que el producto enviado al cliente cumple con la calidad mínima de aceptación.

4. Los atributos que mayor porcentaje de incidencia tuvieron en la calidad de los productos, según los resultados del muestreo realizado son: sello débil, manchas de impresión, tonalidad, y *zipper* mal sellado. El gráfico a utilizar para el monitoreo de la calidad es el 100p que utiliza los porcentajes de artículos fuera de estándar. El promedio de artículos defectuosos es de 4,60 % y este representa el límite central del gráfico de control, el límite superior es de 7,63 % y el límite inferior es de 1,57 %. Según el gráfico de control el proceso para elaborar empaques flexográficos está en control estadístico.
5. Se realizó un plan de implementación para la propuesta de control de atributos en donde se incluyeron las actividades necesarias la correcta ejecución del mismo, desde la definición de las actividades involucradas, un plan de capacitación para los analistas, análisis y adjudicación de responsabilidades en el Departamento de Aseguramiento de la Calidad, la propuesta de la documentación para la inspección y control, así como el análisis de la relación beneficio costo de la implementación del sistema.
6. Utilizando la retroalimentación, un plan de evaluación para el sistema fue elaborado con el fin de identificar fallas y así lograr la mejora continua del sistema, e identificar las acciones preventivas y correctivas que se deberán tomar en cuenta para la mejora continua. Se ha logrado

detectar problemas a tiempo y garantizar que el producto que llega al consumidor cumple con sus requerimientos.



## RECOMENDACIONES

1. Para lograr una mejor significativa en la calidad de los productos es necesario la integración de esfuerzos entre todo el personal que labora en el Departamento de Aseguramiento de la Calidad, tanto los que monitorean las variables cuantitativas, como los que monitorean las variables cualitativas (atributos) y brindar el esfuerzo necesario para que la propuesta de mejora planteada pueda ejecutarse de la mejor manera posible.
2. Monitorear y llevar un control estadístico riguroso de los rechazos y reclamos identificando en cada caso el atributo que lo ocasionó, para poder ir haciendo ajustes en el sistema de control de atributos como parte de una cultura de mejora continua en los procesos.
3. Es importante realizar los muestreos de la manera establecida, tanto en tamaño de la muestra como es frecuencia y aleatoriedad para lograr tener datos precisos y representativos, logrando utilizar los recursos invertidos en el sistema de control de manera eficiente y efectiva.
4. Analizar las tendencias que presenten los datos en los gráficos de control, para poder evaluar si existe la necesidad de hacer un estudio de centrado del proceso, además de tener indicios de posibles causas de variación en el proceso, facilitando el proceso de mejora continua en la calidad de los productos.

5. Dar el seguimiento necesario al plan de implementación del sistema de control de atributos, tanto en actividades realizadas, capacitación constante del personal del Departamento de Aseguramiento de la Calidad, cumplimiento de responsabilidades y control de la documentación utilizada en sistema.
  
6. Evaluar la aplicación de nuevas herramientas estadísticas y de calidad para la mejora del sistema de control de atributos, procurando siempre mejorar la eficiencia y eficacia del sistema, así como también darle la importancia que merecen las auditorías internas de calidad, aplicando las medidas preventivas y correctivas adecuadas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ARTICA TÓRRES, Karen Ivet. *Análisis y mejora en el proceso productivo del área de impresión, laminación y slitter a través del aumento de la eficiencia como estrategia para el desarrollo sostenible en la empresa polímeros y tecnología S. A.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2011. 134 p.
2. DUNCAN, Acheson J. *Control de calidad y estadística industrial.* México: Alfaomega, 1990. 1084 p. ISBN: 968-6062-88-2.
3. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo.* 2a ed. México: McGraw-Hill, 2000. 451 p.
4. GRANT, Eugene L. *Control estadístico de calidad.* 2a ed. México: Continental, 1996. 744 p. ISBN: 968-26-1256-X.
5. GUTIERREZ PULIDO, Humberto. *Calidad total y productividad.* México: McGraw-Hill Interamericana, 2001. 415 p.
6. LÓPEZ MENDOZA, Manuel Estuardo. *Manual de las practicas del curso profesional de controles industriales de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2009. 189 p.

7. NAVAS PALMA, Miriam Andrea. *Diseño de un sistema de inspección de atributos o disconformidades para el control de calidad en una línea de conversión de papel higiénico*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2011. 156 p.

## APÉNDICES

### Apéndice 1. Formato de recolección de datos de atributos

 <b>Polytec</b> La Solución en Empaques	FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS DE ATRIBUTOS	<b>Código:</b> <b>Revisión:</b> <b>Fecha:</b> <b>Pág.:</b>
---	---	---

Producto:	Núm. pedido:	Lote:
Muestra No.:	Analista:	Fecha:
Máquinas:	Turno:	

Atributos/ Muestras	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	TOTAL
Muestra A											
Manchas de impresión											
Sello débil											
De laminación											
Tonalidad											
Lastimaduras											
Picaduras											
Anclaje de tinta											
Grumos											
Zipper mal sellado											
Muestra B											
Bobinado											
Core dañado											
Contaminación											
Pigmentación											
TOTAL											

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Formato para la tabulación de datos de muestreo de atributos**

	<b>FORMATO DE TABULACION DE DATOS DE MUESTREO DE ATRIBUTOS</b>	Código:
		Revisión:
		Fecha:
		Pág.:

Producto:	Núm. pedido:	Turno:
Muestra No.:	Analista:	Fecha:
Máquinas:		

Atributos/ Muestras	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	TOTAL
<b>Muestra A</b>											
Manchas de impresión											
Sello débil											
De laminación											
Tonalidad											
Lastimaduras											
Picaduras											
Anclaje de tinta											
Grumos											
Zipper mal sellado											
<b>Muestra B</b>											
Bobinado											
Core dañado											
Contaminación											
Pigmentación											
TOTAL											

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Formato de reporte de interpretación de resultados y plan de acción**

	<p>FORMATO DE REPORTE DE INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y PLAN DE ACCIÓN</p>	<p><b>Código:</b> <b>Revisión:</b> <b>Fecha:</b> <b>Pág.:</b></p>
---	--	---

<p>RESULTADOS</p>	<p>GRÁFICO DE CONTROL</p>
<p>INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</p>	<p>CONCLUSIONES</p>

Estrategias	Programas	Acciones Inmediatas	Recursos Necesarios	Plazo	Responsable

Fuente: elaboración propia.



Apéndice 5. **Documento general de adjudicación de responsabilidades en el Departamento de Aseguramiento de la Calidad**

 <p><b>Polytec</b> La Solución en Empaques</p>	DOCUMENTO GENERAL PARA LA ADJUDICACION DE RESPONSABILIDADES EN EL DEPARTAMENTO DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	<b>Código:</b> <b>Revisión:</b> <b>Fecha:</b> <b>Pág.:</b>
---	---	---

1. **Objetivo**

Asignar las responsabilidades de las actividades del Departamento de Aseguramiento de la Calidad al personal que lo conforma.

2. **Alcance y campo de aplicación**

Aplica al personal que compone la columna vertebral del Departamento de Aseguramiento de la Calidad.

3. **Definiciones**

N/A

4. **Responsabilidades y autoridad**

Es responsabilidad del jefe de Aseguramiento de la Calidad el almacenamiento y distribución de este documento.

Es responsabilidad del jefe de Aseguramiento de la Calidad la actualización y mejora de este documento.

## 5. Contenido

Núm.	¿Qué?	Responsable
1	Realizar los muestreos en los lotes de producción	Analistas de Calidad
2	Trasladar de manera adecuada las muestras al laboratorio.	
3	Determinar la cantidad de unidades defectuosas por muestra, mediante la aplicación correctamente de los criterios de conformidad establecidos.	
4	Tabular los datos de todos los muestreos realizados en cada pedido.	
5	Presentar los datos tabulados al jefe de Control de la Calidad.	
6	Participación en las auditorías de Calidad.	
7	Coordinar la capacitación, entrenamiento y evaluación de los analistas de Calidad.	Jefe de Control de Calidad
8	Controlar los atributos que se están monitoreando en los cinco procesos productivos de la empresa.	
9	Toma de decisión sobre la aceptación o rechazo de un lote de producción, basado en un análisis detallado de los resultados de los muestreos.	
10	Es responsable de la administración de estándares de color desde coordinar el proceso de aprobación de cartillas de color con el cliente,	Jefe de Aseguramiento de la Calidad
11	Coordinación de desarrollo, despliegue y ejecución de estándares para atributos de los productos.	
12	Acompañamiento técnico en visitas a clientes por inconsistencias de calidad.	

Continuación del apéndice 5.

13	Seguimiento al cumplimiento de la ejecución de procedimientos de las áreas y de calidad del área.	
14	Responsable del seguimiento del programa de capacitaciones e implementación del mismo.	
No.	¿Qué?	Responsable
15	Liderar las áreas técnicas: Investigación y Desarrollo y Aseguramiento de Calidad de la Organización.	Gerente de Calidad
	Responsable por liderar el área de calidad de la compañía, esto incluye: Laboratorio, Sistema de Gestión de Calidad, Quejas y reclamaciones y Asuntos legales y reglamentarios.	
	Propuesta y diseño e implementación del plan estratégico del área	
	Diseño e implementación del programa de auditoría a los centros productivos y bodegas externas por parte de Calidad.	
	Implementación de los equipos de mejoramiento de Quejas y reclamos.	

Fuente: elaboración propia.

