



**Universidad de San Carlos de Guatemala**

**Facultad de Ingeniería**

**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

**PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN PROGRAMA DE CALIDAD EN LA  
ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA**

**Javier Alfredo Rivas Guerrero**

Asesorado por el Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco

Guatemala, abril de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN PROGRAMA DE CALIDAD EN LA  
ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**JAVIER ALFREDO RIVAS GUERRERO**

ASESORADO POR EL ING. EDWIN ADALBERTO BRACAMONTE OROZCO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, ABRIL DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Oscar Mauricio Herrera Ramos
EXAMINADOR	Ing. Marco Vinicio Mozón Arriola
EXAMINADOR	Ing. Harry Milton Oxom Paredes
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN PROGRAMA DE CALIDAD EN  
LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, en enero de 2007



JAVIER ALFREDO RÍVAS GUERRERO

Guatemala 10 de diciembre del 2007

Ingeniero  
José Francisco Gómez Rivera  
Director de Escuela  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Atentamente me dirijo a usted para informarle que he tenido a bien asesorar el trabajo de tesis: **PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN PROGRAMA DE CALIDAD EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA**, del estudiante Javier Alfredo Rivas Guerrero; previo a optar el título de Ingeniero Industrial.

Al respecto quiero indicarle que luego de efectuadas las revisiones y correcciones del caso, encuentro satisfactorio el trabajo, por lo que procedo a aprobarlo y remitirlo a usted para su trámite correspondiente.

Atentamente,



---

Ing. Edwin Bracamonte  
Colegiado No. 2856  
Asesor

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN PROGRAMA DE CALIDAD EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA**, presentado por el estudiante universitario Javier Alfredo Rivas Guerrero, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Inga. Miriam Patricia Rubio de Akú  
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación  
Escuela Mecánica Industrial

MIRIAM PATRICIA RUBIO DE AKÚ  
INGENIERA INDUSTRIAL  
CATEDRÁTICA

Guatemala, febrero de 2008.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

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 **PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN PROGRAMA DE CALIDAD EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA**, presentado por el estudiante universitario **Javier Alfredo Rivas Guerrero**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

LIBRO DE INSCRIPCIÓN Y ENSEÑADA A TODOS

  
Ing. José Francisco Gómez Rivera  
**DIRECTOR**  
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, marzo de 2008.



/mgp

Universidad de San Carlos  
de Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato

Ref. DTG.080.08

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: **PROPUESTA PARA EL DISEÑO DE UN PROGRAMA DE CALIDAD EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DE LIMPIEZA**, presentado por el estudiante universitario , **Javier Alfredo Rivas Guerrero** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



  
Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, abril 2008

mestras  
/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **La Santísima**

#### **Trinidad**

Padre, Hijo y Espíritu Santo, por darme la fortaleza espiritual y física a través de mi vida, siendo fuente de aliento para hacer realidad la culminación de éste éxito.

### **Virgen de los**

#### **Ángeles**

Por darme la confianza y tranquilidad de seguir adelante a lo largo de mi vida.

### **Mis padres**

Seidy Guerrero de Rivas y Oscar Rivas, por su esfuerzo, trabajo y amor al brindarme las mejores oportunidades a través de mi vida.

### **Mi hermano**

Daniel, por su incondicional y gran apoyo.

### **Mi familia**

Por brindarme su cariño y guiarme a lo largo de estos años.

### **Mis amigos (as)**

Por brindarme su amistad, confianza en los buenos y malos momentos.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	XI
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	XIII
<b>GLOSARIO</b>	XV
<b>RESUMEN</b>	XVII
<b>OBJETIVOS</b>	XIX
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XXI
<b>1. CONCEPTOS DE CALIDAD</b>	1
1.1. Definiciones básicas	1
1.1.1. Definición de calidad	1
1.1.2. Definición de control de calidad	2
1.1.2.1. Ciclo de control de calidad	2
1.1.3. Definición de control total de la calidad	3
1.1.4. Definición de mejoramiento de la calidad	4
1.2. Costos de calidad	4
1.2.1. Costos de prevención	5
1.2.2. Costos de evaluación o aseguramiento	5
1.2.3. Costos de fallas internas	6
1.2.4. Costos de fallas externas	6
1.2.5. Costos ocultos de calidad	7
1.3. Gráficos de control de calidad	7
1.3.1. Gráficos por variables	8
1.3.1.1. Gráficos $\bar{X}$ -R	8
1.3.1.2. Gráficos $\bar{X}$ -s	12
1.3.2. Gráficos por atributos	14
1.3.2.1. Gráficos p	14
1.3.2.2. Gráficos np	15

1.3.3. Gráficos por número de no conformidades	17
1.3.3.1. Gráficos c	17
1.3.3.2. Gráficos u	18
1.3.4. Límites de control	20
1.3.4.1. Análisis de límites de control	20
1.4. Muestreo de aceptación	25
1.4.1. Definición de muestreo de aceptación	25
1.4.1.1. Muestreo de aceptación simple	26
<b>2. PROCESO DE ELABORACIÓN DE ESCOBAS</b>	<b>29</b>
2.1. Descripción del proceso de elaboración de escobas	29
2.1.1. Diagrama de flujo del proceso (DFP)	32
2.1.2. Diagrama de recorrido del proceso (DRP)	35
2.2. Materias primas	36
2.2.1. Proceso de inyección	36
2.2.1.1. Polietileno de inyección de alta	36
2.2.1.2. Polietileno de inyección de baja	37
2.2.1.3. Colorante	39
2.2.2. Proceso de inserción	39
2.2.2.1. Fibra de PVC	40
2.2.2.2. Alambre	40
2.2.3. Proceso final	41
2.2.3.1. Material de empaque	41
2.2.3.2. Bastón	42
2.3. Maquinaria	43
2.3.1. Proceso de inyección	43
2.3.2. Proceso de inserción	45
2.3.3. Proceso final	48
2.4. Productos	49

2.4.1. Escoba pequeña	49
2.4.2. Escoba mediana	49
2.4.3. Escoba grande	50
<b>3. SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE CALIDAD EN LA EMPRESA.</b>	<b>51</b>
3.1. Descripción del proceso actual	51
3.2. Elementos que conforman el sistema actual de calidad	52
3.3. Análisis actual del control de calidad	53
3.3.1. Factores que afectan la calidad de las escobas	55
<b>4. PROGRAMA DE CONTROL ESTADÍSTICO PROPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DE ESCOBAS</b>	<b>57</b>
4.1. Administración de las actividades de control de calidad	57
4.1.1. Establecer organización de control de calidad	57
4.1.2. Establecer políticas de control de calidad	59
4.1.3. Definición de actividades para llevar el control de calidad	59
4.1.3.1. Establecer zonas de inspección	60
4.2. Control estadístico	61
4.2.1. Establecimiento de variables a controlar	62
4.2.1.1. Proceso de inyección	62
4.2.1.2. Proceso final	62
4.2.2. Análisis estadístico	63
4.2.2.1. Gráficos de control $\bar{x} - R$	63
4.2.2.2. Muestreo de aceptación	74
4.3. Diseño de formatos	79
4.3.1. Formato para recolección de datos en proceso de Inyección	79
4.3.2. Formato para recolección de datos en proceso final	80

4.4. Normas de aceptación	82
4.4.1. Proceso de inyección	82
4.4.2. Proceso final	82
4.5 Recursos	83
4.5.1. Descripción de equipo a utilizar	84
4.5.2 Perfil de mano de obra de calidad	84
4.5.3. Mobiliario	85
<b>5. VALIDACIÓN DEL PROGRAMA DE CALIDAD</b>	<b>87</b>
5.1. Proceso de validación	87
5.1.1. Calidad en materias primas	87
5.1.2. Calidad en proceso de producción	88
5.1.3. Calidad antes de ser empacado el producto	89
5.2. Supervisión del programa	89
5.2.1. Monitoreos de calidad	90
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>91</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>93</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>95</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>97</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Ciclo de control de calidad	3
2	Ejemplo de gráfico de $\bar{X}$	10
3	Ejemplo de gráfico de rangos	11
4	Ejemplo 2 de gráfico de $\bar{X}$	13
5	Ejemplo de gráfico de desviaciones	13
6	Ejemplo de gráfico p	15
7	Ejemplo de gráfico np	16
8	Ejemplo de gráfico c	18
9	Ejemplo de gráfico u	19
10	Máquina inyectora	44
11	Máquina insertadora (vista frontal)	46
12	Máquina insertadora (vista posterior)	47
13	Máquina esplumadora	48
14	Organigrama actual del departamento de producción	57
15	Organigrama propuesto para el departamento de producción	58
16	Zonas de Inspección propuestas	60

### TABLAS

I	Rangos del peso de la base de la escoba	82
II	Rangos del peso de las escobas plásticas (base, alambre y cerda)	83

III	Especificaciones para realizar el muestreo de aceptación	83
I	Rangos del peso de la base de la escoba	88
II	Rangos del peso de las escobas plásticas (base, alambre y cerda)	89
IV	Factores para la construcción de gráficos de control por variables	97
V	Letras código para el tamaño de la muestra (MILSTD 105D)	98
VI	Letras código para el tamaño de la muestra (MILSTD 105D)	99

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Ac</b>	Criterio de aceptación
<b>HDPE</b>	Polietileno de alta densidad
<b>LCC</b>	Límite de control central
<b>LCI</b>	Límite de control inferior
<b>LCS</b>	Límite de control superior
<b>LDPE</b>	Polietileno de baja densidad
<b>NCA</b>	Nivel aceptable de calidad
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo
<b>s</b>	Desviación estándar
<b>R</b>	Rango
<b>Re</b>	Rechazo
<b>X</b>	Media aritmética
$\bar{X}$	Media aritmética





## GLOSARIO

<b>Atributo</b>	Características o propiedades propias de un producto específico.
<b>Cavidad</b>	Parte del molde de la máquina de Inyección en donde se moldea el volumen del producto deseado.
<b>Cerda</b>	Conjunto de filamentos de material termoplástico, utilizado para la elaboración de cepillos, también conocida como fibra plástica.
<b>Ciclo</b>	Período de tiempo repetitivo de un proceso.
<b>Esplumar</b>	Proceso por el cual se revienta la punta de la cerda (plumillar), para darle frondosidad y presentación a la escoba plástica.
<b>Lote</b>	Conjunto de productos de una misma línea de producción.
<b>Mechón</b>	Conjunto de filamentos de cerda, separados por una grapa metálica.

<b>Monotonismo</b>	Estado repetitivo y tedioso, que disminuye la productividad del trabajador, y por ende, la calidad del producto.
<b>Muestreo</b>	Técnica para la selección de una muestra a partir de una población.
<b>Polietileno</b>	Polímero obtenido de la polimerización del etileno (gas natural), es el tipo de termoplástico más popular del mundo.
<b>Termoplástico</b>	Material rígido, que al ser expuesto a determinadas temperaturas puede ser blando y moldeable.
<b>Variabilidad</b>	Es la inestabilidad que puede tener un valor representativo dentro de proceso analizado.

## RESUMEN

La diversidad de polímeros hacen que en la actualidad se fabriquen infinidad de productos conocidos como “productos plásticos”, de donde se derivan los productos de limpieza los cuales nos ayudan en nuestras actividades diarias.

La escoba de plástico es uno de estos productos que existen en nuestro entorno actualmente y uno de los más cotizados en el mercado de plásticos por su diversidad de usos.

La elaboración de escobas en la empresa donde se realiza el presente estudio es un proceso que se involucra tres sub-procesos distintos, el de inyección (donde se realiza la base); el de inserción (donde se inserta la cerda en la base); y el proceso final (donde se recorta y se le da el acabado final a la escoba).

Debido a la falta de un sistema de control de calidad que garantice la calidad de los productos de limpieza, a los productores y a los clientes de esta empresa en particular, se procede a realizar una propuesta de control estadístico de calidad; donde se plantean las bases administrativas, para establecer un departamento encargado de velar por la calidad de los productos, con políticas establecidas para alcanzar los objetivos esperados por la empresa.

Se plantean las bases técnicas, al definir las variables para controlar el proceso de fabricación, logrando la aplicación de los gráficos de control de calidad, y aplicando el muestreo de aceptación; esto contribuirá a determinar cuando se acepta o se rechaza un lote de producto terminado, con todos estos procedimientos se llegó a establecer estándares de calidad para la fabricación de los productos de limpieza.

Al ejecutar el programa propuesto, se logrará tener el control sobre las variables que afectan la calidad tanto de la base de la escoba como de la escoba terminada, así también se podrá establecer si un lote de producto será rechazado antes de que salga de bodega, todo esto se logrará con ayuda del recurso humano y técnico propuesto, con el objetivo de que la producción cuente con la mayor calidad posible; todo esto busca aumentar la confiabilidad de los clientes hacia las escobas plásticas producidas en la empresa.

## **OBJETIVOS**

### **General**

- Desarrollar un programa de control estadístico de calidad del proceso de elaboración de escobas plásticas, para asegurar la mejor calidad de las mismas.

### **Específicos**

1. Describir el tipo de materias primas que se utilizan en la elaboración de escobas plásticas, para tener una idea más amplia de los materiales y especificaciones de las mismas utilizadas en el proceso de fabricación.
2. Evaluar el proceso de inyección, inserción, y final que son importantes en el proceso de fabricación de escobas.
3. Descripción del proceso y los elementos que conforman el sistema actual de calidad en la empresa, para establecer si se cumplen con los parámetros de calidad.
4. Determinar cuáles son los factores que afectan la calidad de las escobas plásticas.
5. Definir los recursos necesarios para poder llevar a cabo el control estadístico de calidad.
6. Establecer normas de aceptación de calidad, para la fabricación de las escobas así también, como antes de que estas sean empacadas.



## INTRODUCCIÓN

La evolución del concepto de calidad en la industria y en los servicios muestra que pasamos de una etapa donde la calidad solamente se refería al control final. Para separar los productos malos de los productos buenos, a una etapa de Control de Calidad en el proceso, con el lema: “La Calidad no se controla, se fabrica”. Actualmente, se llega a una Calidad de Diseño que significa no sólo corregir o reducir defectos sino prevenir que estos sucedan.

Es de interés para muchas empresas la implementación de sistemas de calidad, ya que con éstos se logra la optimización de recursos disponibles y así producir productos de calidad, con que se alcance la satisfacción del cliente, ya que esto forma parte de una estrategia competitiva en el mercado empresarial.

Para resolver problemas o variaciones y mejorar la Calidad, es necesario basarse en hechos y no dejarse guiar solamente por el sentido común, la experiencia o la audacia. Basarse en estos tres elementos puede ocasionar que en caso de fracasar nadie quiera asumir la responsabilidad.

De allí la conveniencia de basarse en hechos reales y objetivos. Además, es necesario aplicar un conjunto de herramientas estadísticas siguiendo un procedimiento sistemático y estandarizado de solución de problemas.

Así pues, esta investigación consiste en realizar una propuesta de control estadístico para establecer lineamientos administrativos y técnicos para poder así llegar a cumplir con los objetivos de la empresa en la fabricación de escobas plásticas. Ya que en la actualidad la empresa no cuenta con un sistema definido de control de calidad con el cual se pueda asegurar la máxima calidad de sus productos (escobas plásticas); por lo que se llevará a cabo una evaluación del proceso de producción, con el cual se determinará las principales variables que



afectan la calidad de las escobas y así someter a estas variables, a análisis estadísticos que aseguren la calidad de las mismas.

Además, se sentarán las bases para la administración del área destinada para la calidad dentro de la misma empresa, la cual se encargará de velar porque se cumplan las políticas y estándares de calidad propuestas, para así llevar cabo controles y revisiones del sistema de calidad, en la fabrica productora de escobas plásticas.

## **1. CONCEPTOS DE CALIDAD**

### **1.1 Definiciones básicas**

Las definiciones básicas, como algo esencial que se debe conocer para entender esta sencilla palabra como: la calidad, pero a su vez encierra un infinito y complejo sistema, que logra hacer que muchas empresas alcancen sus objetivos exitosamente.

#### **1.1.1. Definición de calidad**

Se define como la totalidad de las características de un producto que le confiere la actitud de satisfacer las necesidades de los consumidores o cumplir con los requisitos que estos piden.

Entiéndase que los consumidores o clientes, no se refiere solamente a los usuarios finales, si no que encierra a todos aquellos involucrados en la transformación y distribución de los productos o servicios que fabrican.

Por lo que la calidad implicará que se cumplan los requerimientos, necesidades y expectativas; y como estas se cumplan se conseguirá un determinado nivel de calidad en: procesos, actividades, productos, organización, sistemas, personas; para así lograr satisfacer las necesidades de los consumidores.

### **1.1.2. Definición de control de calidad**

Se define como el proceso continuo para evaluar el desempeño de las operaciones y así prevenir los cambios que hagan que los productos o servicios, no cumplan con los estándares establecidos por las organizaciones.

Entre los componentes del control de calidad se encuentran:

- Normas o metas.
- Medios de dirección directa.
- Mecanismos de retroalimentación como base de acción correctiva (Inspecciones).

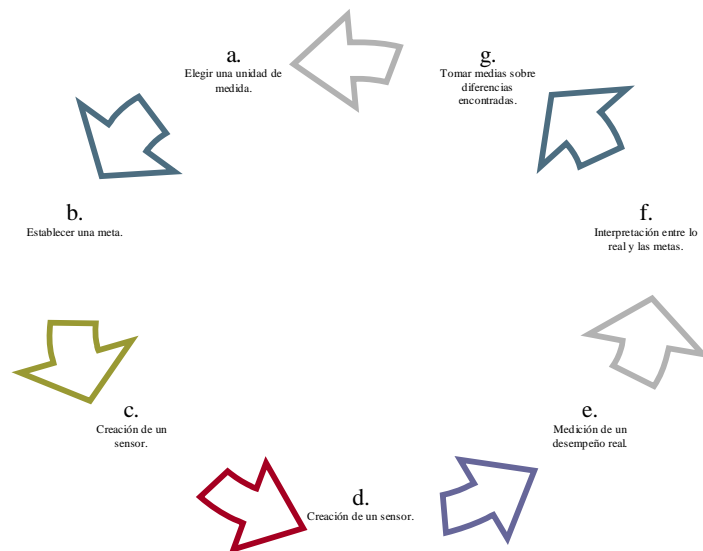
#### **1.1.2.1 Ciclo de control de calidad**

Para conseguir el éxito a la hora de controlar actividades, operaciones, procesos, productos, etc., con lo que respecta a la calidad de estos podemos utilizar lo que se conoce como ciclo de control de calidad la cual se compone de las siguientes partes:

- a. Seleccionar el sujeto de control, esto es lo que se desea controlar.
- b. Elegir una unidad de medida.
- c. Establecer una meta sobre lo que se desea lograr.
- d. Crear un sensor que pueda medir el sujeto de control.
- e. Medir el desempeño de real del sujeto.
- f. Interpretar las diferencias entre lo real y las metas.
- g. Tomar medidas sobre las diferencias encontradas.

Estas partes no se deben seguir rigurosamente, si no se deben aplicar aquellas que se adecuen al control de nuestros procesos.

**Figura 1. Ciclo de control de calidad**



**Fuente: Javier A. Rivas Guerrero**

### 1.1.3. Definición de control total de la calidad

Se define, como aquel sistema eficaz para integrar los esfuerzos para desarrollar, mantener y mejorar la calidad. Esto se debe llevar a cabo por los diversos grupos que trabajan en una organización de modo que se produzcan bienes (productos) y servicios a bajos costos que lleguen a satisfacer la necesidad del cliente o consumidor.

Es decir que el objetivo primordial del control total de la calidad es desarrollar la competitividad, y para esto se contempla el funcionamiento total de la organización que incluye a los proveedores y clientes.

#### **1.1.4. Definición de mejoramiento de la calidad**

Se define como mejoramiento de la calidad a las acciones que son tomadas en toda la organización, para incrementar la eficiencia y efectividad de las actividades, operaciones y procesos a fin de proveer beneficios adicionales, tanto para la misma organización como para sus consumidores.

Una de las principales herramientas utilizadas para el mejoramiento de la calidad es el CICLO DEMING, el cual consta de cuatro etapas básicas:

- a) planear.
- b) hacer.
- c) verificar.
- d) actuar.

#### **1.2 Costos de calidad**

El costo de calidad se define como la suma de todos aquellos costos en que se incurren para prevenir que sucedan errores, más todos aquellos costos necesarios para determinar que los resultados obtenidos de procesos sean los correctos, más los costos cuando el resultado no satisface las expectativas del cliente.

El concepto de costo de calidad surge en Estados Unidos, de las manos de Armand V. Feigenbaum en un ensayo publicado a mediados de los años 50, titulado: Total Quality Control, en donde el autor define el costo de calidad como: aquellos costos relacionados con la definición, creación y control de la calidad, así como la evaluación y retroalimentación de cumplimiento con la calidad, confiabilidad y requisitos de seguridad, y aquellos costos relacionados con las consecuencias de no cumplir con los requisitos tanto dentro de la fábrica como en las manos de los clientes.

El error más grande que se pueda cometer, es considerar que los costos de calidad son originados única y exclusivamente por el departamento de producción de la empresa, ya que la calidad y los costos de no tenerla abarca completamente todos departamentos de una empresa.

### **1.2.1. Costos de prevención**

Se le conoce como costos de prevención, a todos aquellos costos destinados a evitar y prevenir errores fallas desviaciones y /o defectos, que se lleven a cabo durante la etapa del proceso de producción o durante el proceso administrativo. Entre ellos se pueden mencionar los costos de nuevos diseños del proceso para suprimir causas de mala calidad, nuevos prototipos de producto para eliminar causas de mala calidad, capacitación del personal en el mejoramiento continuo y además el trabajo conjunto con los proveedores para elevar la calidad de los artículos.

### **1.2.2. Costos de evaluación o aseguramiento**

Se le conoce como costos de evaluación o aseguramiento, a todos aquellos costos destinados para medir, verificar y evaluar la calidad de los insumos de materia prima, partes, elementos, productos y procesos; Estos también son utilizados para mantener y controlar la producción dentro de niveles de calidad previamente planeados y establecidos por un sistema de calidad.

En cuanto se apliquen las medidas preventivas se mejora la calidad y con esto los costos de evaluación se van disminuyendo, ya que se requieren menos

recursos para realizar inspecciones de calidad y para la búsqueda subsiguiente de las causas de cualquier problema o inconformidad detectada.

### **1.2.3. Costos por fallas internas**

Se les conoce como costos de fallas internas, aquellos que son resultado de los defectos que se encuentran durante el proceso de elaboración del producto o servicio antes de que estos lleguen a los clientes.

### **1.2.4. Costos por fallas externas**

Se les conoce como costos de fallas externas, a aquellos costos que se presentan cuando el defecto es descubierto por el mismo cliente o consumidor, cuando este le está dando uso al producto o servicio.

Este es uno de los costos que puede traer serios problemas a las compañías ya que el cliente insatisfecho hace que todas las personas alrededor de él no busquen dicha empresa donde el adquirió dicho producto y así se torna una cadena hasta que nadie compra este producto y por supuesto la empresa no vende y por consiguiente quiebra, a menos que realice una gran inversión para reparar el daño hecho.

### **1.2.5. Costos ocultos de calidad**

Los costos ocultos de calidad son aquellos costos que no son apreciados tan directamente como aquellos mencionados, en los incisos anteriores de este capítulo, ya que se dan dentro de los demás departamentos de la empresa, proveedores y clientes.

Ejemplos de este tipo de costo: el efecto que causa el hecho que un cliente sea atendido de una manera no adecuada; La actitud de los trabajadores hacia la labor que realizan en planta; Deterioro de materiales que se presenten en el transporte de materiales a la fabrica; Toma de decisiones no acertadas a la hora de diseñar, programar, y administrar la producción de algún producto o servicio.

### **1.3 Gráficos de control de calidad**

Los gráficos de control son métodos gráficos que ayudan a evaluar si un proceso esta o no en un estado de control estadístico. Es decir, ver su comportamiento dentro de límites especificación, que tienen por nombre "límites de control" que determinan el rango de variabilidad estadística aceptable, para el proceso en estudio.

Si los puntos resultados del análisis se mantienen dentro de los límites de control y presentan un patrón aleatorio, se dice el proceso esta en control, si ocurriera todo lo contrario, se encuentran los puntos fuera de de los límites de control, el conjunto de puntos muestra ciertas tendencias, periodicidad o cosas anormales, entonces el proceso esta fuera de control.



Las ventajas de los gráficos de control son:

- Es utilizado para determinar el estado de control de un proceso.
- Muestra el comportamiento del proceso en el tiempo.
- Establece si un proceso ha mejorado o empeorado.
- Sirve como un indicador de problemas.

### **1.3.1. Gráficos por variables**

Son utilizados cuando la característica de la calidad puede medirse y expresarse en un número en una escala de medición continua.

#### **1.3.1.1. Gráficos $\bar{X}$ -R**

El gráfico  $\bar{X}$  - R es utilizado para controlar y analizar un proceso en el cual la característica de calidad del producto que se está analizando, obtiene valores continuos, tales como peso, longitud (ancho, largo, espesor), volúmenes, lo cual hace que proporcione la mayor cantidad posible de información sobre proceso.

Es un gráfico muy sensible, ya que a través de éste se pueden descubrir o identificar causas de variación en los procesos de tipo continuo.

Algunos elementos que hay que tomar en cuenta a la hora de realizar este tipo de gráfico son las siguientes:

- a. Seleccionar la característica de calidad.
- b. Pensar y elegir el sub-grupo (muestra).
- c. Recabar los datos.
- d. Determinar límites de control y su revisión futura.

El gráfico  $\bar{X}$ , con el que se puede observar la variación de la media que existe sobre las muestras tomadas en un proceso que se esté analizando. Estas variaciones se pueden apreciar cuando alguna muestra salga de los límites de control o se pueda apreciar cualquier comportamiento de la tendencia dentro de los mismos límites de control.

El gráfico se obtiene con la ayuda de las siguientes herramientas matemáticas:

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

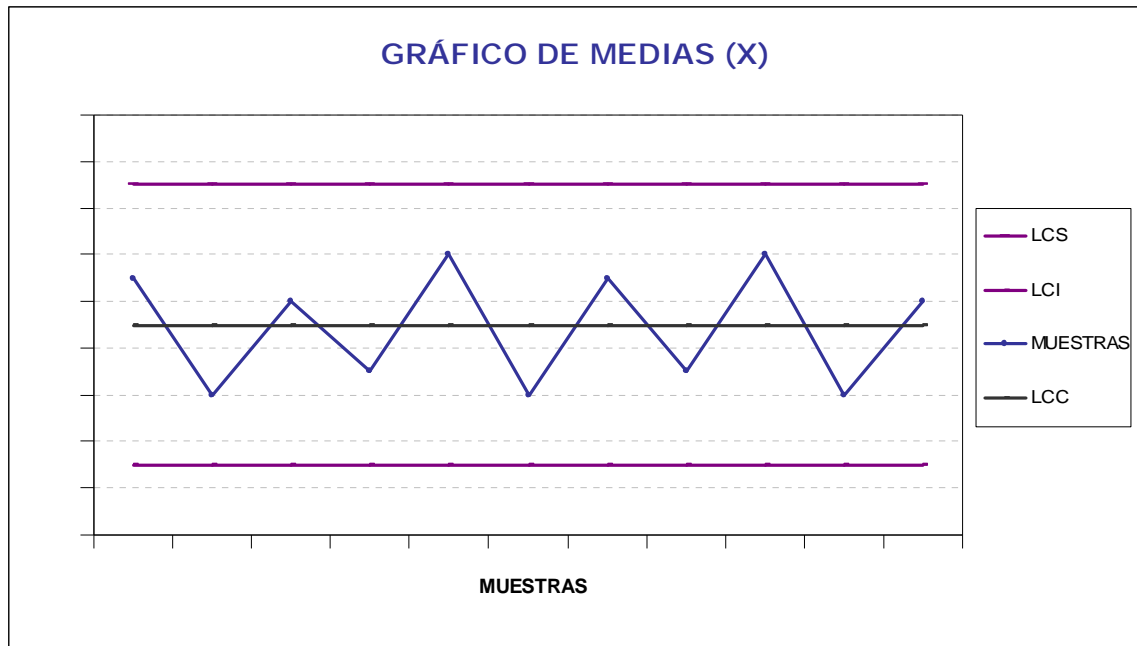
$$\mathbf{LCC} = \bar{X}$$

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

Donde además debemos conocer el tamaño de muestras analizar “n” y el número de veces que vamos a realizar el estudio “k” en donde k debe ser mayor a 30 con el objetivo de poder apreciar bien la variación y de esto obtenemos:  $\bar{X}$  (media), es la media del número de análisis efectuados “k”;  $\bar{R}$  (rango), es el promedio de los rangos del número de análisis “k” efectuados y  $A_2$  se obtiene de la **Tabla IV** (Anexos 1) con los datos de “n” y “k”.

Ejemplo:

**Figura 2. Ejemplo de gráfico de  $\bar{X}$**



**Fuente: Javier A. Rivas Guerrero**

El gráfico de **R**, mide el rango de comportamiento de la muestra, y revela cualquier tendencia de que el proceso se comporte de una manera aleatoria o de una manera menos aleatoria a través del tiempo.

El rango se obtiene de restar el dato mayor de la muestra obtenida contra el menor, de esta forma:  $R = \text{Dato Mayor} - \text{Dato Menor}$ , del número de muestras utilizadas.

El gráfico se obtiene con la ayuda de las siguientes herramientas matemáticas:

$$\text{LCS} = \bar{R} * D_4$$

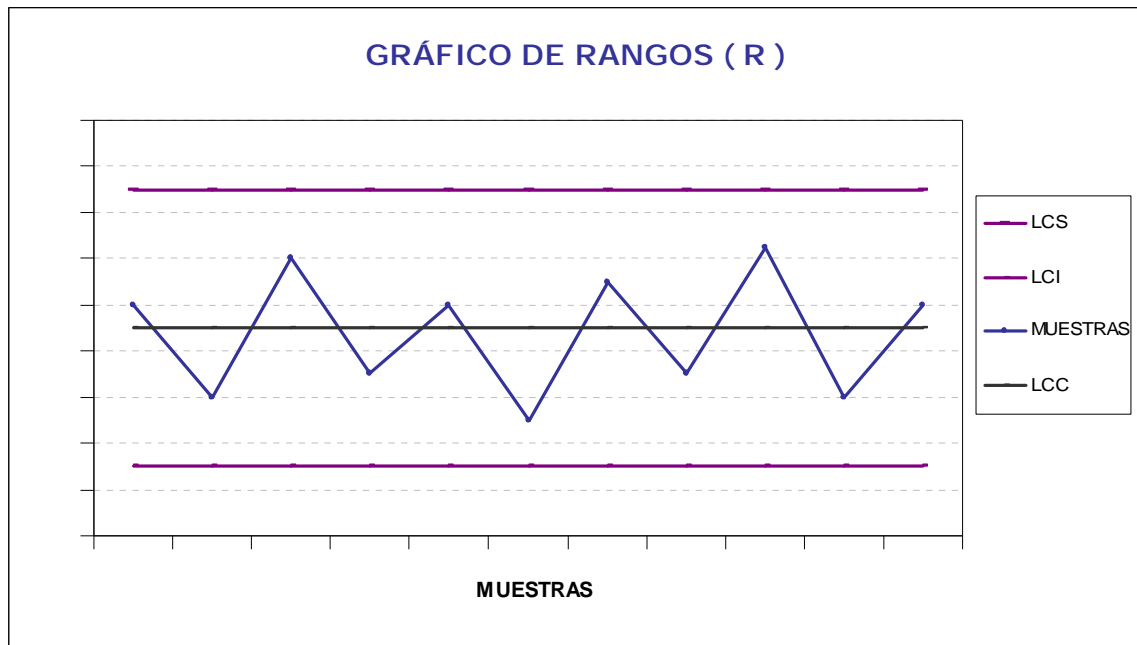
$$\text{LCC} = \bar{R}$$

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

Donde la mayoría de los datos son obtenidos del gráfico de medias ( $\bar{X}$ ), como “n”, “k” y los valores:  $D_3$  y  $D_4$  son obtenidos de la **Tabla IV** (Anexos 1) de acuerdo al tamaño de la muestra “n”.

Ejemplo:

**Figura 3. Ejemplo de gráfico de rangos**



**Fuente: Javier A. Rivas Guerrero**

### 1.3.1.2. Gráficos $\bar{X}$ - s

El gráfico  $\bar{X}$  - s es otro gráfico que se puede utilizar al igual que el gráfico  $\bar{X}$  - R, ya que presenta las mismas características que mencionaron anteriormente cuando describió el tipo de gráficos  $\bar{X}$  - R, solo que este tipo de gráfico  $\bar{X}$  - s es utilizado cuando la situación del proceso muestra la forma de una distribución normal de frecuencias, ya que la distribución quedará descrita cuando se conozcan la media y la desviación estándar del proceso, é incluso cuando la distribución del análisis del mismo no muestre una distribución normal ya que la media y la desviación estándar son importantes.

Los cambios significativos que se encuentren a la hora de analizar este tipo de gráfico son las posibles variaciones en la media y en la desviación estándar, son productos que no cuentan con las características establecidas o cualquier aspecto que este ocurriendo en el proceso de fabricación de los mismos.

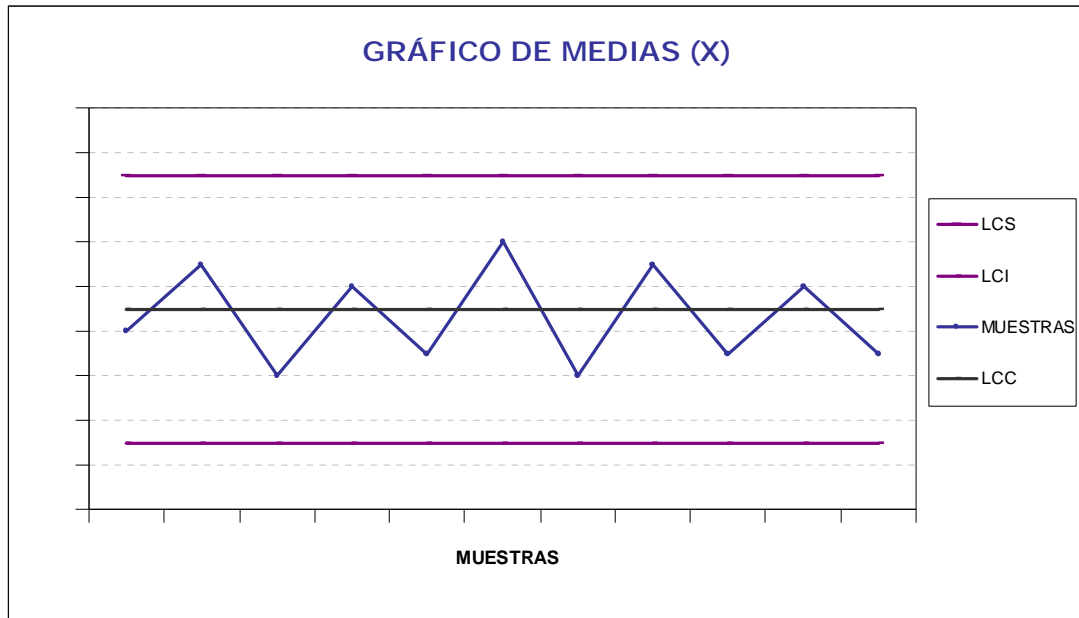
El gráfico  $\bar{X}$  -s se obtiene con la ayuda de las siguientes herramientas matemáticas:

$\bar{X}$	$s$
$LCS = \bar{X} + A_1 * \bar{s}$	$LCS = \bar{s} * B_4$
$LCC = \bar{X}$	$LCC = \bar{s}$
$LCI = \bar{X} - A_1 * \bar{s}$	$LCI = \bar{s} * B_3$

En donde  $\bar{X}$  &  $\bar{s}$ , es la media de medias del numero de muestras “k” y las constantes  $A_1$ ,  $B_4$  y  $B_3$  que se obtienen con los mismo valores de “n” y “k” de la **Tabla IV** (Anexos 1).

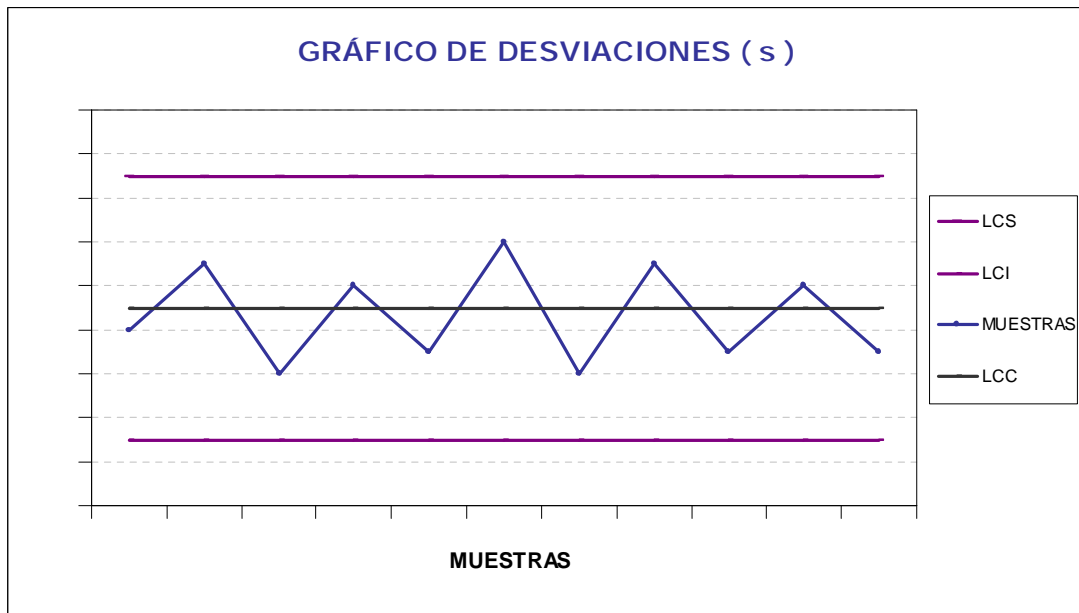
Ejemplo:

Figura 4. Ejemplo 2 de gráfico de  $\bar{X}$



Fuente: Javier A. Rivas Guerrero

Figura 5. Ejemplo de gráfico de desviaciones



Fuente: Javier A. Rivas Guerrero.

### 1.3.2. Gráficos por atributos

Se utiliza este tipo de gráfico cuando las características de la calidad no se miden en una escala continua, como por ejemplo en la realización de una inspección visual.

#### 1.3.2.1. Gráficos p

Esta gráfica muestra la variación en porcentaje o fracción de productos o artículos defectuosos en una muestra. Es muy utilizada para controlar el porcentaje de artículos o unidades defectuosas de un proceso.

La fracción defectuosa “p” se define como la relación entre el número de artículos defectuosos encontrados en una o varias inspecciones y la cantidad total de artículos o productos analizados.

El gráfico “p” se obtiene con la ayuda de las siguientes herramientas matemáticas:

$$\text{LCS} = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$\text{LCC} = \bar{p}$$

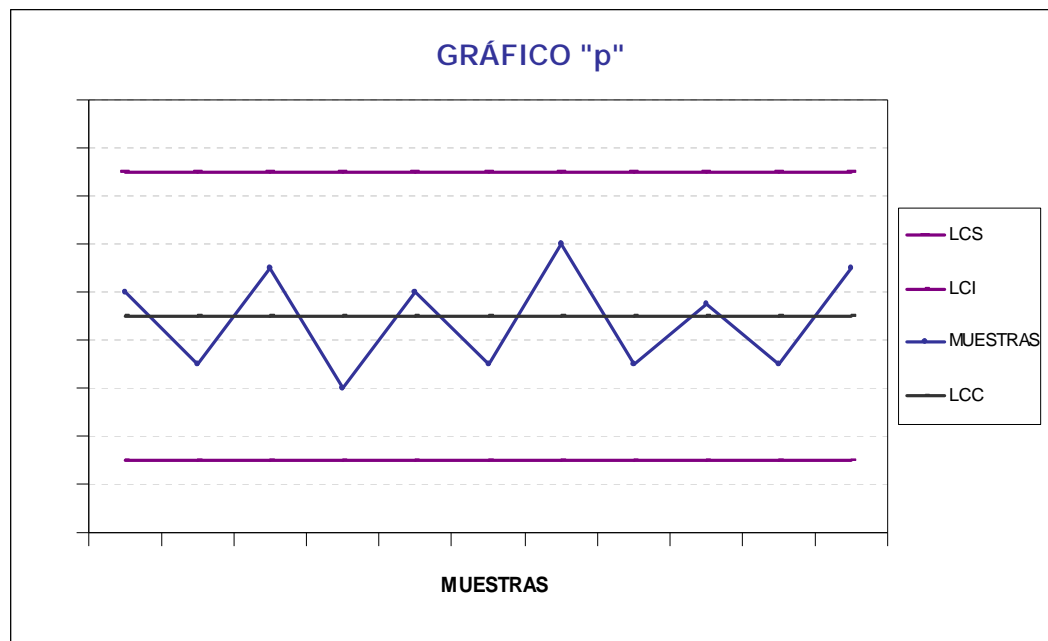
$$\text{LCI} = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

Donde  $\bar{p}$  es la proporción media de artículos defectuosos que se obtiene al dividir la cantidad de artículos defectuosos de todas las muestras entre la

totalidad de artículos que se inspeccionaron; y "n" es el tamaño de muestra (aproximadamente tienen que ser 20).

Ejemplo:

**Figura 6. Ejemplo de gráfico p**



**Fuente: Javier A. Rivas Guerrero**

### 1.3.2.2. Gráficos np

El gráfico np (número de artículos defectuosos) tiene la misma utilidad que el gráfico p, solo que este se utiliza cuando el tamaño de muestra es constante, en donde se graficará el número de artículos defectuosos por muestra, en lugar de la proporción.



Este gráfico indica el número real de elementos defectuosos en vez del porcentaje defectuoso.

El gráfico “np” se obtiene con la ayuda de las siguientes herramientas matemáticas:

$$\text{LCS} = \bar{np} + 3\sqrt{\bar{np}(1 - \bar{p})}$$

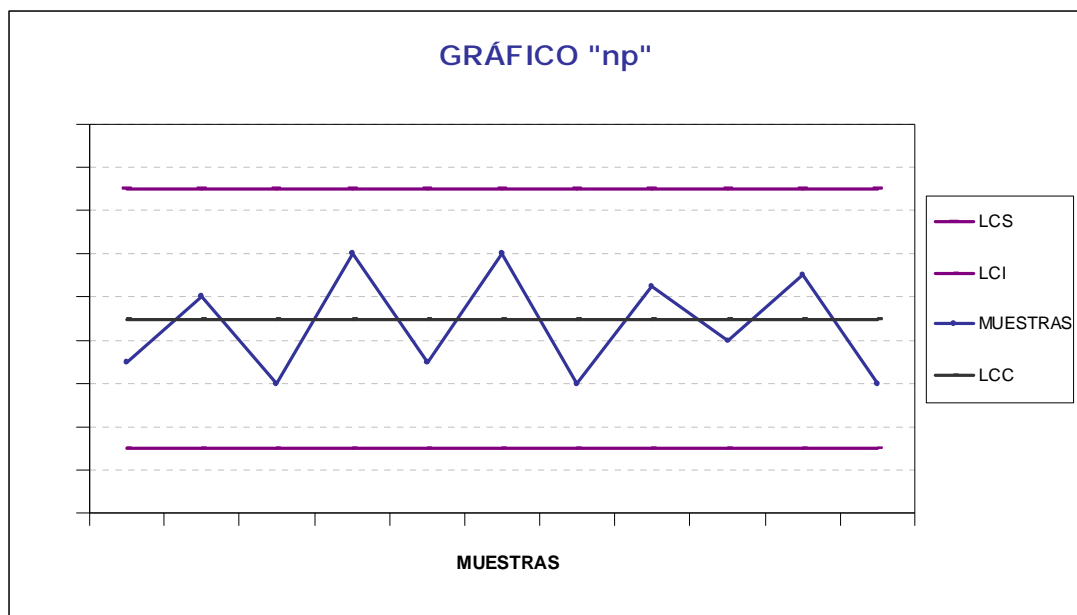
$$\text{LCC} = \bar{np}$$

$$\text{LCI} = \bar{np} - 3\sqrt{\bar{np}(1 - \bar{p})}$$

Donde al igual que en la carta p,  $\bar{p}$  es la proporción media de artículos defectuosos, y “n” es el tamaño de muestra. Por lo que  $\bar{np}$  es el promedio estimado de artículos defectuosos por muestra.

Ejemplo:

**Figura 7. Ejemplo de gráfico np**



Fuente: Javier A. Rivas Guerrero

### 1.3.3. Gráficos por número de no conformidades

Este tipo de gráficos de control son utilizados cuando se analiza la cantidad de defectos que contiene un producto al finalizar su producción, o la cantidad de defectos que contiene cierta muestra de productos escogidos al azar de una determinada producción.

#### 1.3.3.1. Gráficos c

El gráfico c, estudia el comportamiento de un proceso considerando el número de defectos encontrados al inspeccionar una unidad de artículo o producto.

El gráfico "c" se obtiene con la ayuda de las siguientes herramientas matemáticas:

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

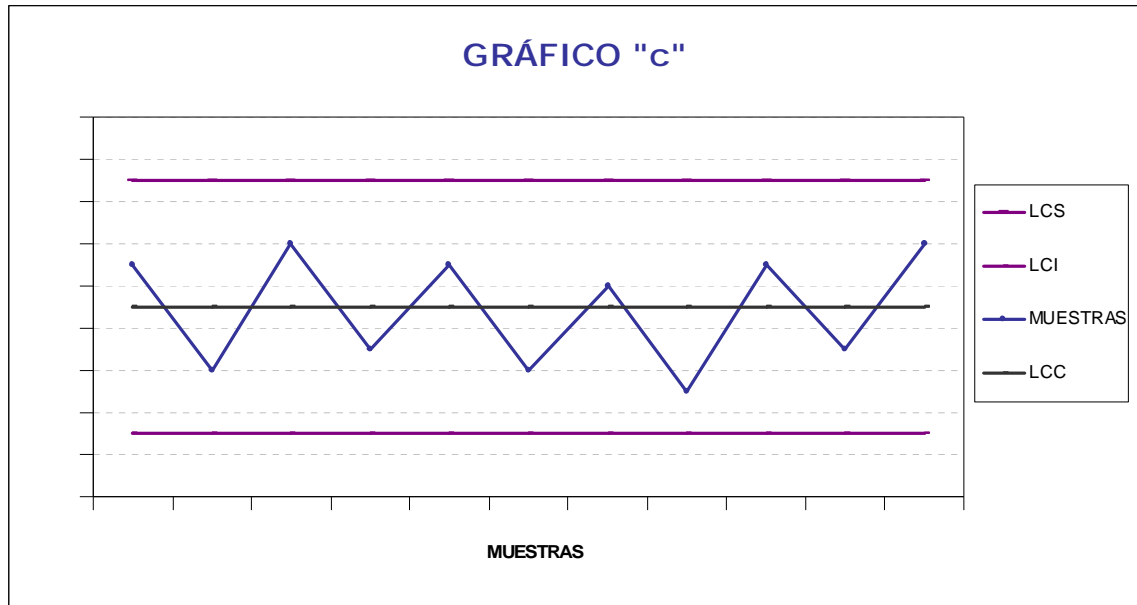
$$\text{LCC} = \bar{c}$$

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

Donde  $\bar{c}$ , es número promedio de defectos por subgrupo y se obtiene al dividir total de defectos encontrados entre total de subgrupos.

Ejemplo:

**Figura 8. Ejemplo de gráfico c**



**Fuente: Javier A. Rivas Guerrero**

### 1.3.3.2. Gráficos u

El gráfico  $u$ , es utilizado para cuantificar el número de promedio de defectos por unidad, en vez del total de defectos en la muestra, como se hace en el gráfico  $c$ .

En este gráfico, " $u$ " se obtiene al dividir el número de defectos encontrados en un subgrupo " $c$ " entre el total de unidades del subgrupo " $n$ ".

$$u = \frac{c}{n}.$$

El gráfico “u” se obtiene con la ayuda de las siguientes herramientas matemáticas:

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

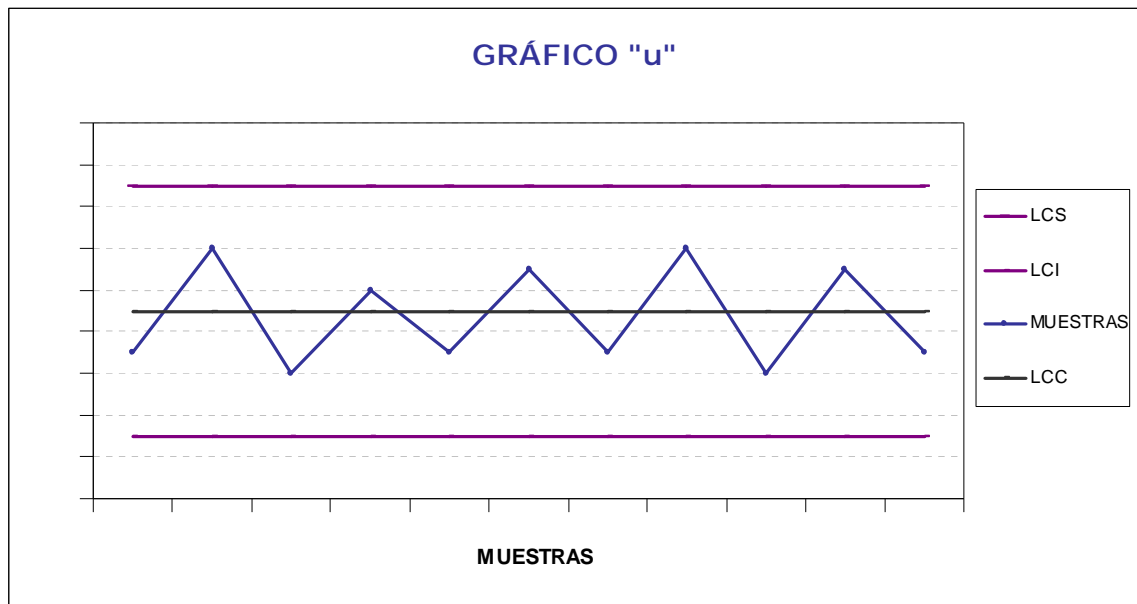
$$\text{LCC} = \bar{u}$$

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

Donde  $\bar{u}$ : es el número promedio de defectos por unidad en todo el grupo y cuando el tamaño del grupo “n” no es constante entonces se sustituye este por el promedio  $\bar{n}$ .

Ejemplo:

**Figura 9. Ejemplo de gráfico u**



**Fuente: Javier A. Rivas Guerrero**

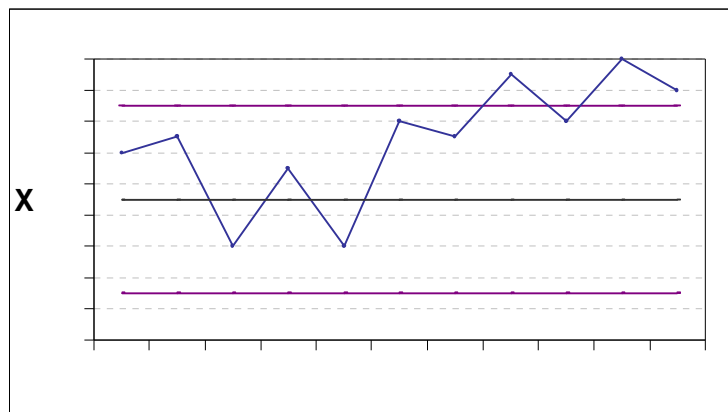
### 1.3.4. Límites de control

Como se mencionó anteriormente, los límites de control son aquellos que determinan si un proceso se encuentra o no bajo control, pero no necesariamente que los datos analizados se encuentren bajo los límites de control significa que el proceso está bajo el mismo.

#### 1.3.4.1. Análisis de límites de control

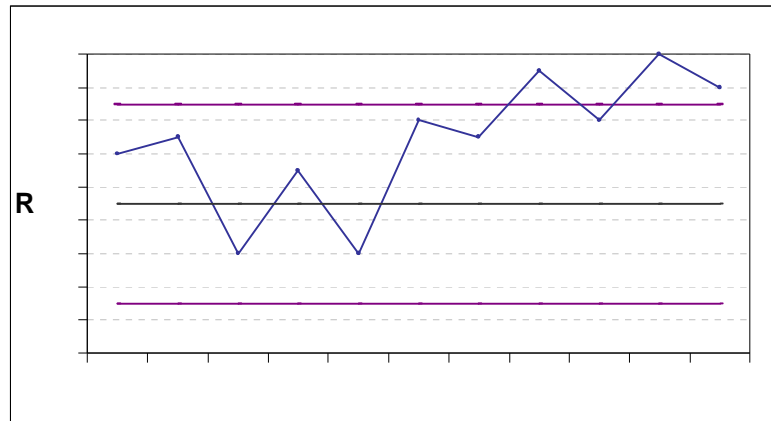
Con el fin de analizar que ocurre con los límites de control se procede a mostrar algunos de los diferentes casos posibles de descontrol en los mismos:

##### Caso A:



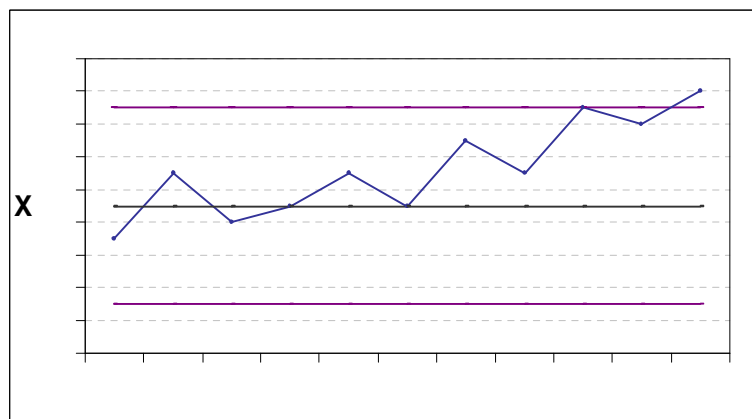
Este movimiento ascendente que ocurre en el gráfico de  $\bar{X}$  nos indica un cambio en el calibre de una máquina, un nuevo empleado que no está familiarizado con las especificaciones o la introducción de un material nuevo.

**Caso B:**



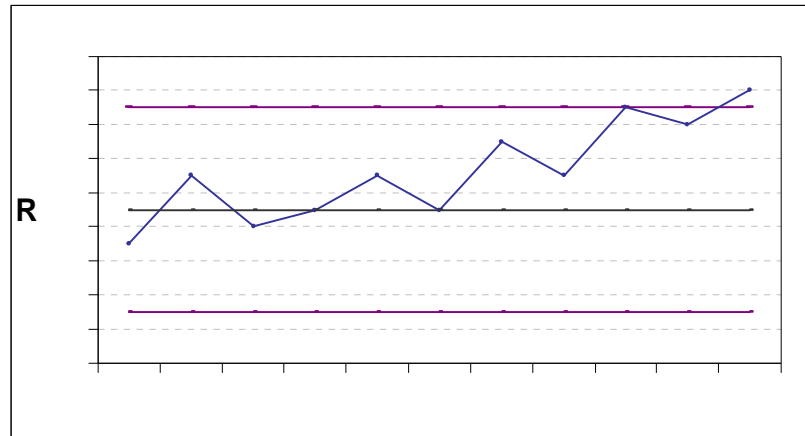
Este movimiento ascendente que ocurre en el gráfico de **R** indica que un empleado no ha sido capacitado una máquina que necesita mantenimiento, o un nuevo proveedor de materiales.

**Caso C:**



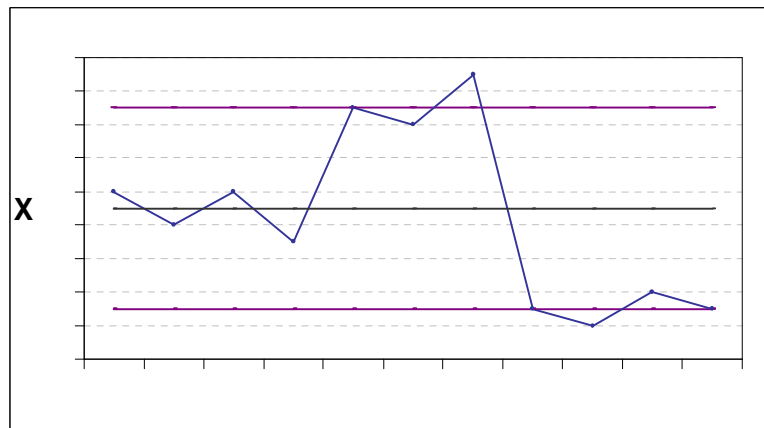
Este movimiento ascendente en el gráfico de  $\bar{X}$  indica que una herramienta está siendo gradualmente desgastada o un descalibre de la máquina.

**Caso D:**



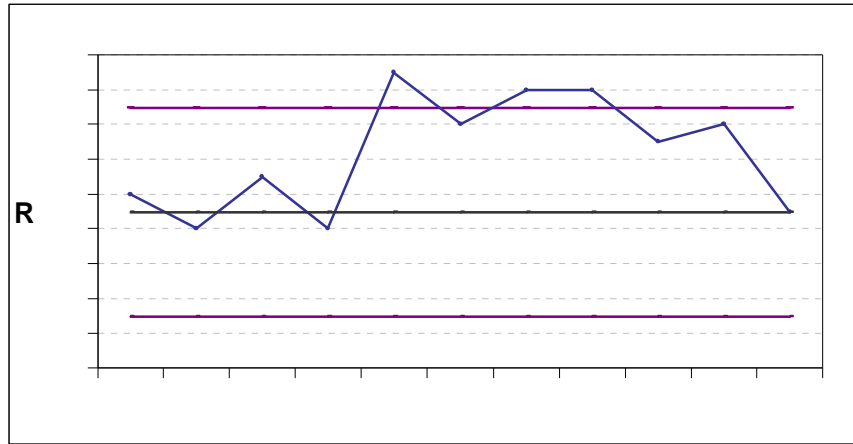
Este movimiento ascendente en el gráfico de **R** indica la deterioración de una máquina, pero también podría indicar una decadencia en la disciplina de los operarios.

**Caso E:**



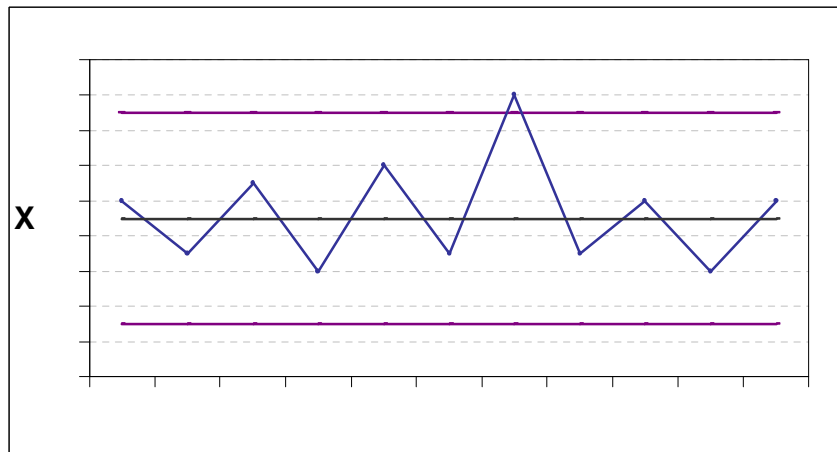
Estos cambios en el gráfico de  $\bar{X}$  indica que se está trabajando con operarios diferentes la misma máquina.

**Caso F:**



Este movimiento en el gráfico R indica que el trabajador es inexperto o podría ser que el mismo se encuentra distraído.

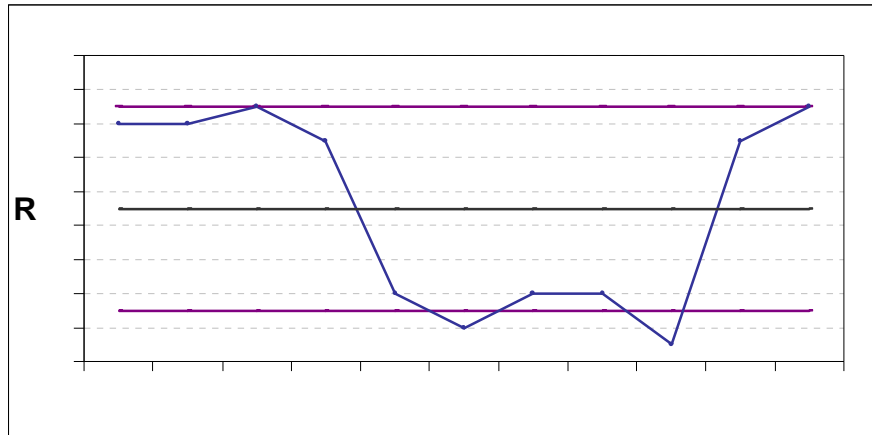
**Caso G:**



Este movimiento en el gráfico de  $\bar{X}$  indica un punto inusual en el proceso, se por que se tendrían que analizar las causas del mismo.

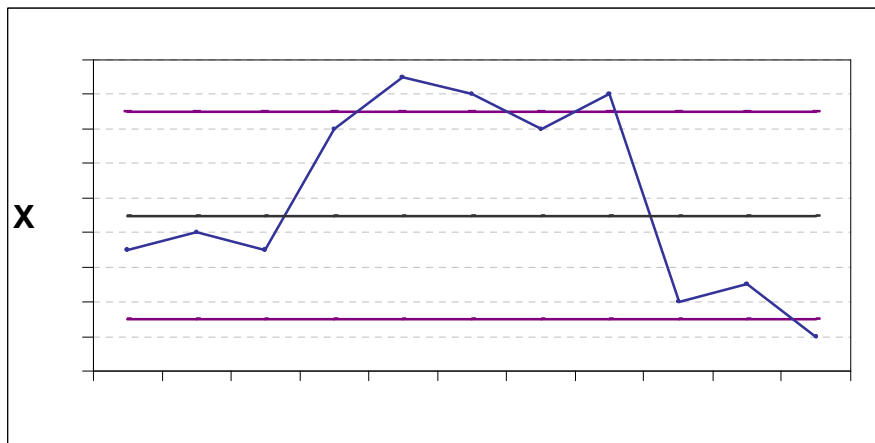


**Caso H:**



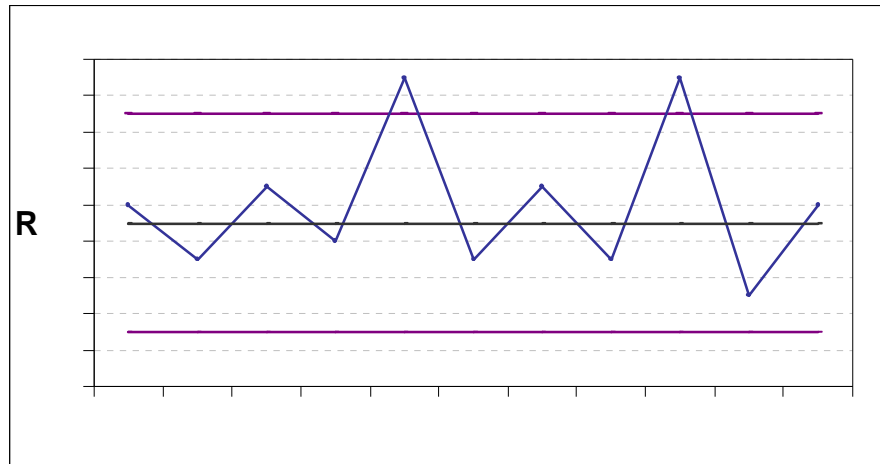
Este movimiento en el gráfico **R** sugiere que podrían haber diferentes empleados con diferentes niveles de destrezas y capacidades.

**Caso I:**



Este movimiento en el gráfico  $\bar{X}$  sugiere algún ciclo que interfiere con el proceso cada cierto tiempo.

### Caso J:



Este movimiento en el gráfico **R** sugiere fallas cada cierto tiempo, se debería analizar las causas de dichas fallas.

## 1.4. Muestreo de aceptación

En las operaciones llevadas a cabo dentro de las empresas productoras de bienes o servicios es necesario que se lleven actividades de control de calidad frecuentemente para inspeccionar lotes de materia prima, partes o productos en proceso o ya terminados para asegurar que se cumplan ciertos niveles de calidad con un buen grado de seguridad.

### 1.4.1. Definición de muestreo de aceptación

El muestreo de aceptación tiene como objetivo la inspección de una muestra de unidades extraídas de un determinado lote con el propósito de aceptarlo o rechazarlo.

Ventajas del muestreo de aceptación:

- Su costo es menor ya que se inspeccionan menos.
- Se utiliza menos personal para realizar la inspección.
- El producto se deteriora menos.
- Frecuentemente se reduce el error de inspección.
- El hecho que se rechacen lotes completos hacen un cierto tipo de motivación para que el fabricante mejore la calidad de sus productos.

Desventajas del muestreo de aceptación:

- Se corre el riesgo de rechazar un lote bueno y aceptar un lote en malas condiciones.
- Este proporciona menos información sobre la calidad del producto o objeto en análisis.

#### **1.4.1.1. Muestreo de aceptación simple**

Como funciona el muestreo de aceptación simple:

Para cualquier sistema de muestreo de aceptación simple es necesario que se especifiquen tres números. El primero es el número de artículos en el lote "**N**"; El segundo número es el número de artículos que contiene la muestra "**n**"; y el tercero es el número de aceptación "**c**" (el cual indica el máximo de artículos defectuosos en la muestra, si es mayor a ese valor se rechaza el lote).

La curva característica de operación (**CO**) es otra herramienta importantísima, que muestra la probabilidad de aceptar o rechazar un lote, para cualquier

fracción defectuosa “p” en un lote recibido, la curva **CO** muestra la probabilidad que el lote sea aceptado por un plan de muestreo dado.

Existen dos puntos importantes dentro de la curva CO, los cuales son:

**AQL o NCA (Nivel de Calidad Aceptable)** el cual tiene el nivel más bajo de calidad, o la máxima fracción defectuosa del proveedor, que un cliente o consumidor considera aceptable, también se le conoce como riesgo del productor.

Se calcula de la siguiente forma:  $NCA = 1 - Pa$

**LTPD o PDTL (Porcentaje Defectuoso Tolerado en el Lote)** es aquella proporción mínima de defectuosos que el cliente considera inaceptable.

**LQL o NCL (Nivel de Calidad Límite)** es el nivel de calidad que se considera como no satisfactoria, también es conocido como riesgo del consumidor.

Se calcula de la siguiente forma:  $NCL = Pa$

También es importante dentro del muestreo de aceptación simple los siguientes indicadores:

**AOQ o CMS (Calidad Media de Salida)** se refiere al porcentaje promedio de defectuosos en el producto saliente.

Se puede calcular de las siguientes formas:

$$CMS = (100p)(Pa); CMS = (p)(Pa); CMS = \frac{(p)(Pa)(N - n)}{N}$$

**AOQL o LCMS (Límite de Calidad Media de Salida)** se refiere al más alto porcentaje de defectuosos esperados en la salida de la inspección.

**ITM (Inspección Total Media)** es el número total de unidades inspeccionadas.

Se calcula de la siguiente manera:  $ITM = n(Pa) + N(1 - Pa)$

**Probabilidad de Aceptación**, la cual se encuentra utilizando la distribución de Poisson.

$$Pa = \sum_{i=0}^c \frac{(np)^i (e^{-np})}{i!} .$$

En donde:

n = número artículos que contiene la muestra.

c = número que nos indica al máximo de artículos defectuosos en la muestra, si es mayor a ese valor se rechaza el lote.

p = fracción defectuosa.

## **2. PROCESO DE ELABORACIÓN DE ESCOBAS**

### **2.1 Descripción del proceso de elaboración de escobas**

El proceso de elaboración de la escoba de plástico comprende dos partes:

1. El operario toma de bodega de materiales una determinada cantidad de polietilenos de alta y baja, la cual transporta al área de mezclado, al mismo tiempo se toma una pequeña cantidad de colorante y es transportada al área de mezclado, el operario se encarga de mezclar los polietilenos junto con el colorante, al obtener la mezcla de material es transportado hasta la tolva de la inyectora y vertida dentro la misma, la inyectora se programa y empieza a procesar el material termoplástico el cual pasa al cilindro de calentamiento por gravedad, en donde un husillo o pistón empuja rápidamente el material a través de este cilindro de calentamiento; El material se plastifica gracias a cambios de temperatura y de presión convirtiéndose así la resina en una mezcla homogénea que avanza con fluidez a la boquilla; en este momento se cierra el molde y la masa ingresa al molde por la boquilla con una gran velocidad adquirida por la presión del husillo; el molde esta provisto de una o varias cavidades las cuales deben poseer una temperatura completamente uniforme; Cuando las cavidades han sido llenadas, la masa del termoplástico se enfría más allá del punto de ablandamiento haciendo que el artículo conserve su forma y pueda ser expulsado del molde, cuando este se habrá luego se vuelve a cerrar y se repite el proceso descrito anteriormente. (El ciclo de cerrado, llenado, apertura, tiene un tiempo que depende del tamaño de las piezas que se estén produciendo.) luego de pasar por este proceso en la maquina inyectora se obtienen las bases de escobas, las cuales salen a una temperatura

elevada, por lo que son tomadas por el operario con un gancho, con el cual las pone sobre una mesa donde se les quita el exceso de material e inmediatamente son depositadas en un tonel de agua a temperatura ambiente, donde estas permanecen ahí hasta que se enfrían, ya cuando las bases de escobas se encuentran frías se sacan del tonel y son inspeccionadas para determinar si cumplen con las características establecidas por la empresa, luego de la inspección son empacadas en cajas de 300 unidades para luego ser transportadas a bodega de producto de proceso.

2. Otro operario toma de de la bodega de materiales cantidades determinadas de cerda (fibra) y alambre dependiendo la cantidad de escobas a producir y son transportados hacia la máquina insertadora, este prepara y programa la máquina al colocar el alambre y la cerda (fibra) para empezar la producción, al mismo tiempo que se realiza la preparación de la máquina insertadora, un ayudante traslada de la bodega de producto en proceso al área de insertado una cantidad determinada de bases de escobas que serán utilizadas en la producción de escobas, el operario comienza el proceso colocando en la máquina 6 bases de escobas para empezar su fabricación, la máquina les abre los orificios de tres en tres, para luego insertar la cerda en forma de mechón engrapada en la base de la escoba, de la misma forma como se les abren los orificios, este proceso es cíclico, al terminar el insertado las escobas son depositadas en unas cajas en donde se espera que se acumulen 250 unidades, el ayudante las toma y las pasa al área de proceso final donde otro operario toma de dos en dos las escobas y las pasa por la máquina esplumadora, la cual se encarga de darles detalle o acabado final, inmediatamente estas son tomadas e inspeccionadas para luego ser empacadas en cajas de cartón las cuales son selladas con

cinta adhesiva, se espera hasta juntar una tarima y luego son transportadas a la bodega de producto terminado.



## 2.1.1 Diagrama de flujo del proceso (DFP)

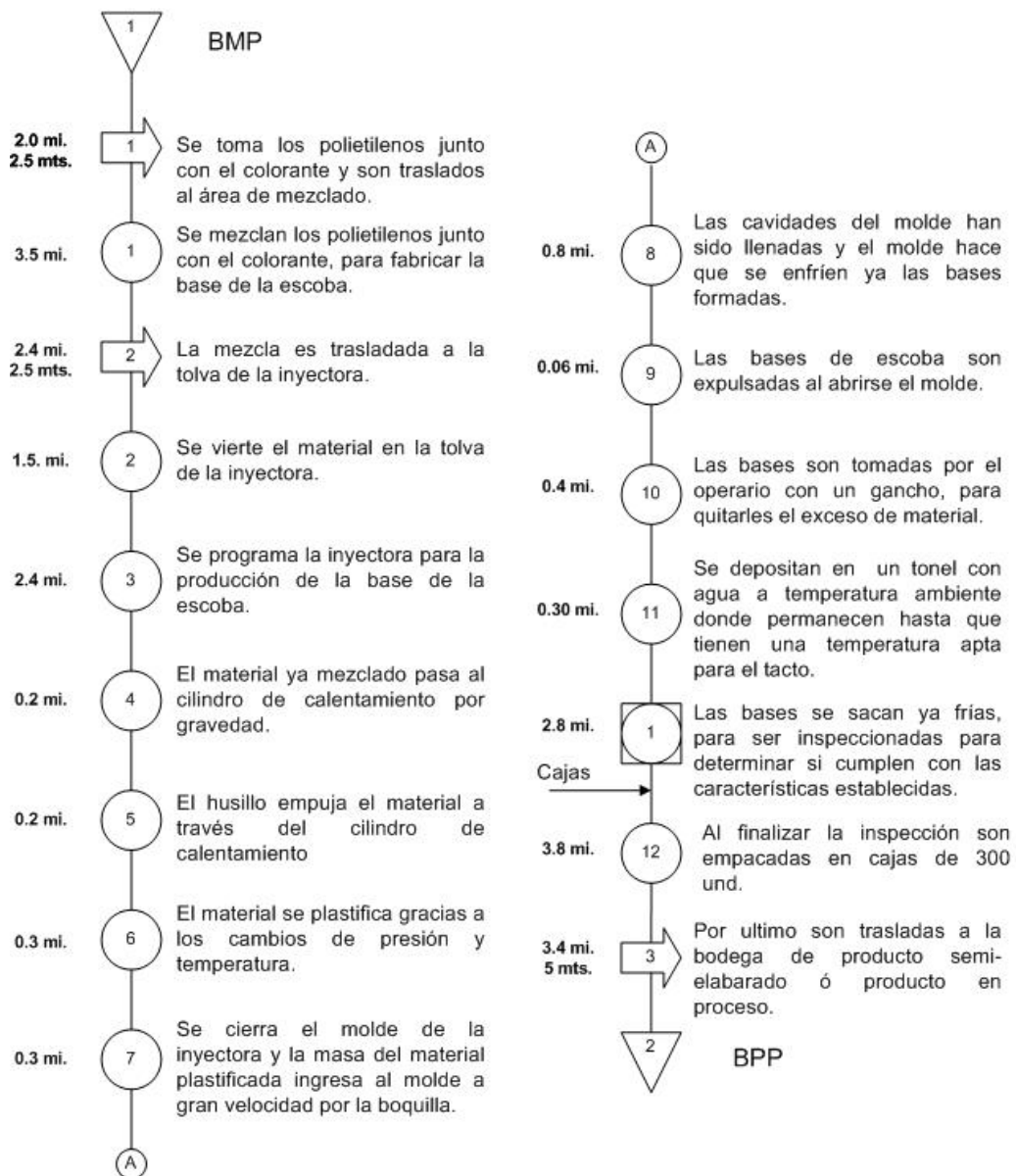
Nombre del proceso: Elaboración de Escobas de Plástico

Hoja: 1/3

Persona que lo elaboro : Javier A. Rivas G.

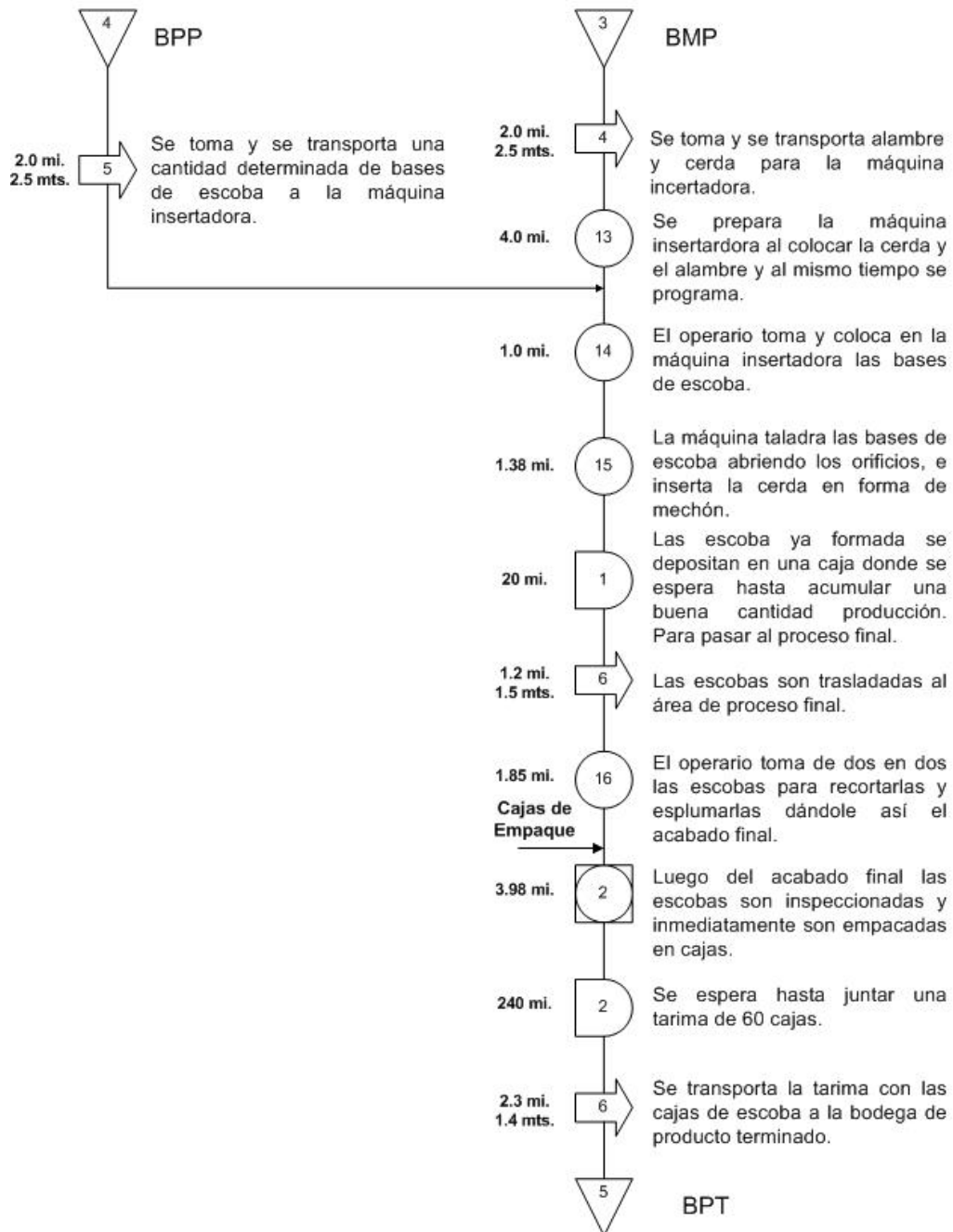
Parte: Base de escoba.

Diagrama: Diagrama de Flujo del Proceso (DFP)



Nombre del proceso: Elaboración de Escobas de Plástico  
 Persona que lo elaboro : Javier A. Rivas G.  
 Parte: Escoba de plástico y Acabado final.  
 Diagrama: **Diagrama de Flujo del Proceso (DFP)**

Hoja: 2/3



Nombre del proceso: Elaboración de Escobas de Plástico

Hoja: 3/3

Persona que lo elaboro : Javier A. Rivas G.

Parte: Escoba de plástico y Acabado final.

Diagrama: **Diagrama de Flujo del Proceso (DFP)**

**Resumen:**

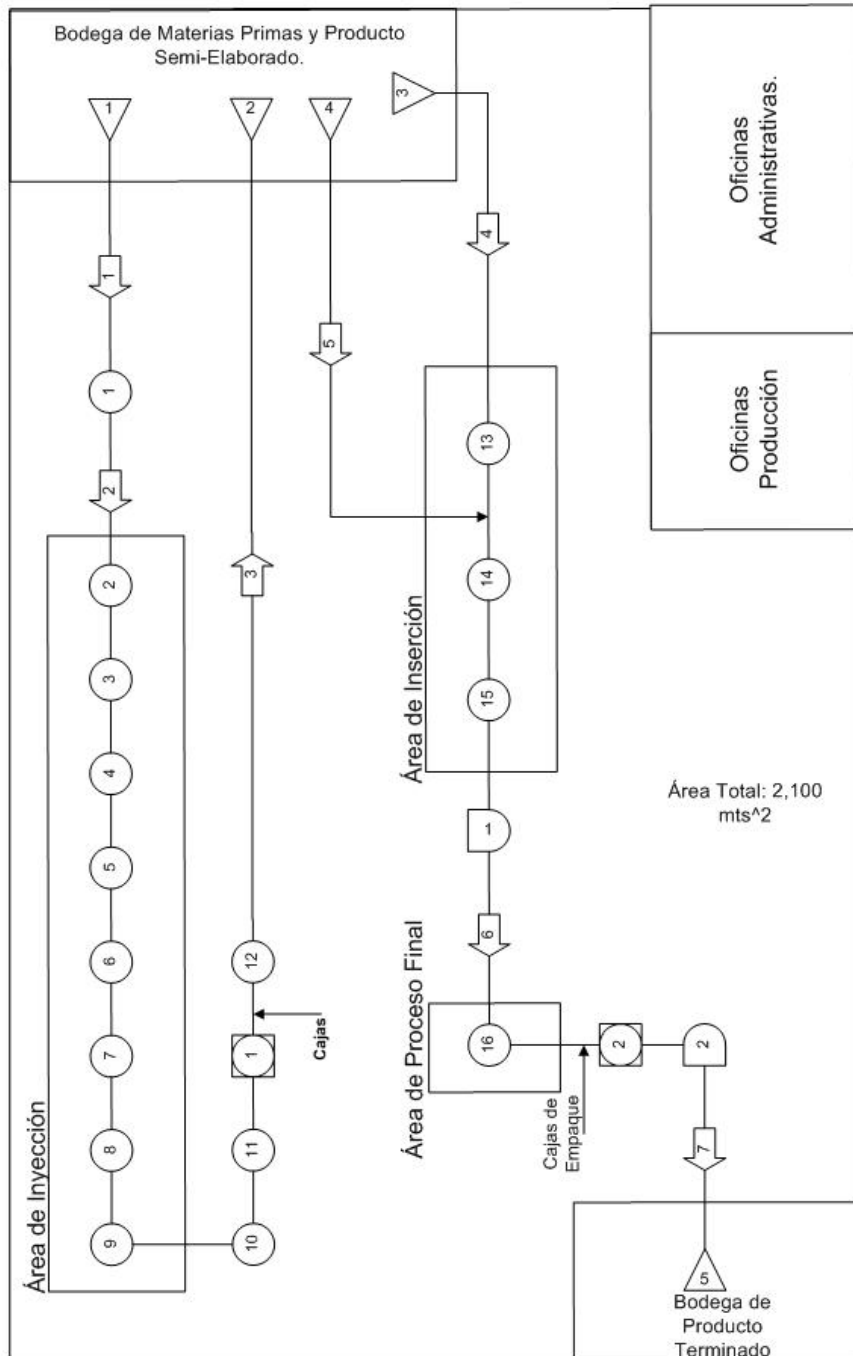
Descripción	Símbolo	Cantidad	Tiempo	Distancia.
Almacenaje		5	--	--
Operación		16	21.99 mi.	--
Operación Inspección		2	6.78 mi.	--
Transporte		6	15.3 mi.	17.9 mts
Demora		2	260 mi.	--
Total:		31	304.07 mi.	17.9 mts

## 2.1.2 Diagrama de recorrido del proceso (DRP)

Nombre del proceso: Elaboración de Escobas de Plástico

Persona que lo elaboro : Javier A. Rivas G.

Diagrama: **Diagrama de Recorrido del Proceso.**



## **2.2 Materias primas**

El proceso de elaboración de escobas de plástico cuenta con 3 procesos de fabricación para los cuales se utilizan diferentes tipos de materias.

### **2.2.1 Proceso de inyección**

Es el proceso más utilizado en la producción automática de piezas de plásticos. Se aplica tanto para la producción de productos masivos como de piezas técnicas ya que tiene la particularidad que es un proceso cíclico.

El proceso de inyección, se lleva a cabo en una máquina inyectora, la cual transforma los gránulos de material termoplástico, en una masa viscosa que al pasar por un cilindro de calentamiento a determinada presión y temperatura, la inyecta a través de un pistón ó husillo en un molde que contiene las formas de los artículos que se fabricarán (cavidades), al estar llenas de material las cavidades, el molde se enfría a una determinada temperatura que hace que al abrirse salgan los artículos ya formados.

#### **2.2.1.1 Polietileno de inyección de alta**

Material por el cual está conformada la base de la escoba, la que forma parte fundamental del producto.

El Polietileno de Alta Densidad (HDPE) es un termoplástico fabricado a partir del Etileno (elaborado a partir del etanol, uno de los componentes del gas natural). Es muy versátil y se lo puede transformar de diversas formas:

- Inyección
- Soplado
- Extrusión
- Rotomoldeo

**Uso y aplicaciones:**

- Envases para: detergentes, lavandina, aceites automotor, shampoo, lácteos bolsas para supermercado.
- Bazar y menaje, cajones para pescados, gaseosas, cervezas
- Baldes para pintura, helados, aceites, Tambores.
- Tuberías para gas, telefonía, agua potable, minería, drenaje y uso sanitario Macetas.
- Bolsas tejidas.

**2.2.1.2 Polietileno de inyección de baja**

Material que junto con el polietileno de alta densidad, está conformada la base de escobas como se mencionó anteriormente.

El Polietileno de Baja Densidad (LDPE) es un termoplástico fabricado a partir del Etileno (elaborado a partir del etanol, uno de los componentes del gas natural) al igual que el polietileno de alta densidad.

El de polietileno de baja densidad tiene una estructura de cadena enramada, mientras que el polietileno de alta densidad tiene esencialmente una estructura de cadena recta.

Es muy versátil y se lo puede transformar de diversas formas:

- Inyección
- Extrusión
- Soplado
- Rotomoldeo.

**Uso y aplicaciones:**

- Bolsas de todo tipo: supermercados, boutiques, panificación, congelados, industriales, etc.
- Envasamiento automático de alimentos y productos industriales (leche, agua, plásticos, etc.), stretch film, base para pañales descartables.
- Bolsas para suero.
- Contenedores herméticos domésticos.
- Tubos y Envases (cosméticos, medicamentos y alimentos)
- Tuberías para riego.

### **2.2.1.3 Colorante**

El colorante es aquel que se añade junto con el polietileno para darle color a la base de la escoba.

Los colorantes utilizados en la industria del plástico (tienen preferencia las coloraciones blanca, amarillo, naranja, negro y otros colores) son compuestos aromáticos nitrogenados como monoazo y diazobencenos, o bien óxidos metálicos (dióxido de titanio, óxido de cromo, óxido de hierro hidratado), cromatos y silicatos.

Su función principal es darle color o la pigmentación requerida al termoplástico que se trabaja.

### **2.2.2 Proceso de inserción**

El proceso de Inserción se lleva a cabo en una máquina insertadora.

Este comienza al colocar las bases de escobas, en los denominados cajetines de servicio, los cuales tendrán la función de sostener las bases, para que sean perforadas por taladros que abrirán los agujeros donde se insertará la cerda, al terminar de abrir estos, inmediatamente se accionan los insertadores, los cuales insertan la cerda en forma de mechón engrapada a la base, al concluir de insertar toda la cerda en la escoba o cepillo termina el proceso.

Al igual que el proceso de inyección es un proceso cíclico que hace que se produzca en grandes cantidades.



### **2.2.2.1 Fibra de PVC**

El PVC (Cloruro de Poliovinil) se produce a partir de dos materias primas naturales: petróleo o gas 43 % y sal común 57 %.

Su versatilidad le permite obtener productos de variadas propiedades para un gran número de aplicaciones. Se obtienen desde productos rígidos hasta productos totalmente flexibles y se puede transformar por Inyección, Extrusión, Soplado y todas las tecnologías conocidas.

La fibra es obtenida del proceso de extrusión, en donde se obtienen los filamentos que la conforman de diferentes calibres milimétricos.

### **2.2.2.2 Alambre**

Hilo metálico de uso industrial. Entre los tipos más usados son los de hierro galvanizado, hierro galvanizado plastificado, latón y acero inoxidable.

El alambre galvanizado es utilizado en campos de construcción, equipos de telecomunicación, equipos de tratamiento médico y mallas tejidas, cepillo o escobas, soga acera, mallas de filtración, para fabricar los tubos de alta presión etc. El uso del alambre también depende del tipo de calibre de este ya que existen diferentes tipos de calibres.

El alambre de hierro galvanizado calibre 22" es utilizado en el proceso de elaboración de escobas para fijar la fibra (mechón) a la base de la escoba por medio de una pequeña grapa.

### **2.2.3 Proceso final**

Proceso por el cual se le da el acabado final a la escoba que sale del proceso de inserción, al explotar y recortar la fibra (cerda).

El proceso concluye al empacar las escobas en cajas de cartón, dependiendo del tipo de presentación de escoba producida, ya sea pequeña, mediana o grande, para posteriormente ser llevadas a la bodega de producto terminado.

#### **2.2.3.1 Material de empaque**

Como material de empaque son utilizadas cajas de cartón corrugado las cuales tienen la particularidad de adaptarse al tipo de producto que se desea embalar.

El cartón corrugado, está formado por la unión de tres papeles, los cuales se denominan: el externo tapa o cara, el intermedio onda y el interno contratapa o contra-cara.

Las cajas utilizadas para empacar las escobas son de color craft, en las cuales se imprime su respectiva marca. Los productos son empacados de dos diferentes formas según la predilección del cliente, en cajas de 12 unidades o en caja de 24 unidades y selladas con cinta adhesivas.

### 2.2.3.2 Bastón

El bastón es la parte de mayor longitud de la escoba y gracias a este es que se transmite el movimiento para poder realizar el trabajo de limpieza.

La empresa utiliza dos tipos de bastones con rosca:

- ♣ **Madera:** bolillos (bastones) hechos de pino.
- ♣ **Metálicos:** los cuales tiene un recubrimiento de PVC (Policloruro de vinilo).

Las dimensiones del bastón que se utilizan son: 1,250 mm x 22 mm de diámetro.

Esta parte del producto no es fabricado por la empresa, este se importa de algunos países de Latinoamérica y se agrega al producto al momento de la venta.

## **2.3 Maquinaria**

El proceso para la elaboración de escobas de plástico consta para el caso de esta empresa con tres tipos de maquinaria una para cada proceso ya definido.

### **2.3.1 Proceso de inyección**

La máquina de inyección es una máquina con la cual se produce de manera discontinua, piezas de plástico a partir de gránulos o polvo.

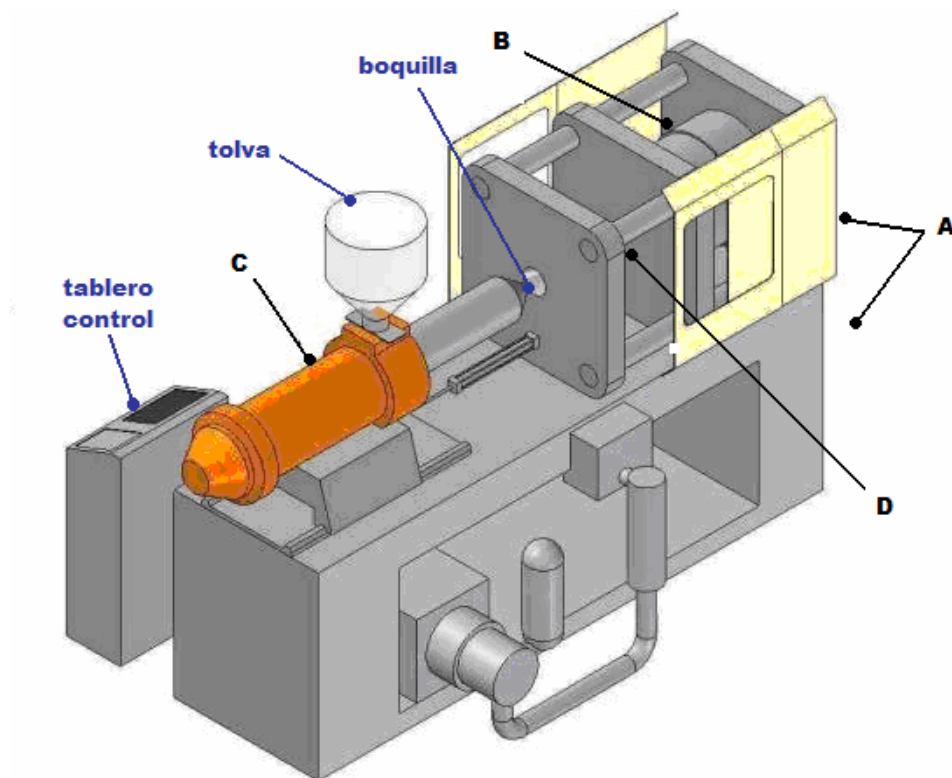
La máquina consta de 4 partes principales:

- A. Base con sistemas de comando y accionamiento, está conformada por todo equipo eléctrico e hidráulico que controla y acciona las unidades de inyección y de la parte móvil del molde de la maquina.
- B. Unidad de cierre, esta unidad tiene la función de abrir y cerrar el molde dentro del ciclo de trabajo de la máquina.
- C. Unidad de inyección, unidad que tiene la función de plastificar el granulo de material termoplástico a utilizar en el proceso, esto se logra a través de alcanzar la temperatura y presión adecuada, el material es transportado hacia las cavidades del molde a través de un husillo.
- D. Molde, es donde se realiza la pieza de plástico, está compuesto por una unidad fija y otra móvil, además de los sistemas de: colada, de extracción y de enfriamiento.

Un molde posee cuatro funciones principales las cuales son:

- Conducir la masa .
- Dar forma a la masa.
- Enfriar la masa.
- Expulsar la pieza formada.

**Figura 10. Máquina inyectora**



**Fuente:**

[http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/moldes\\_inyeccion/unidad\\_2/maquina.html](http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/moldes_inyeccion/unidad_2/maquina.html)

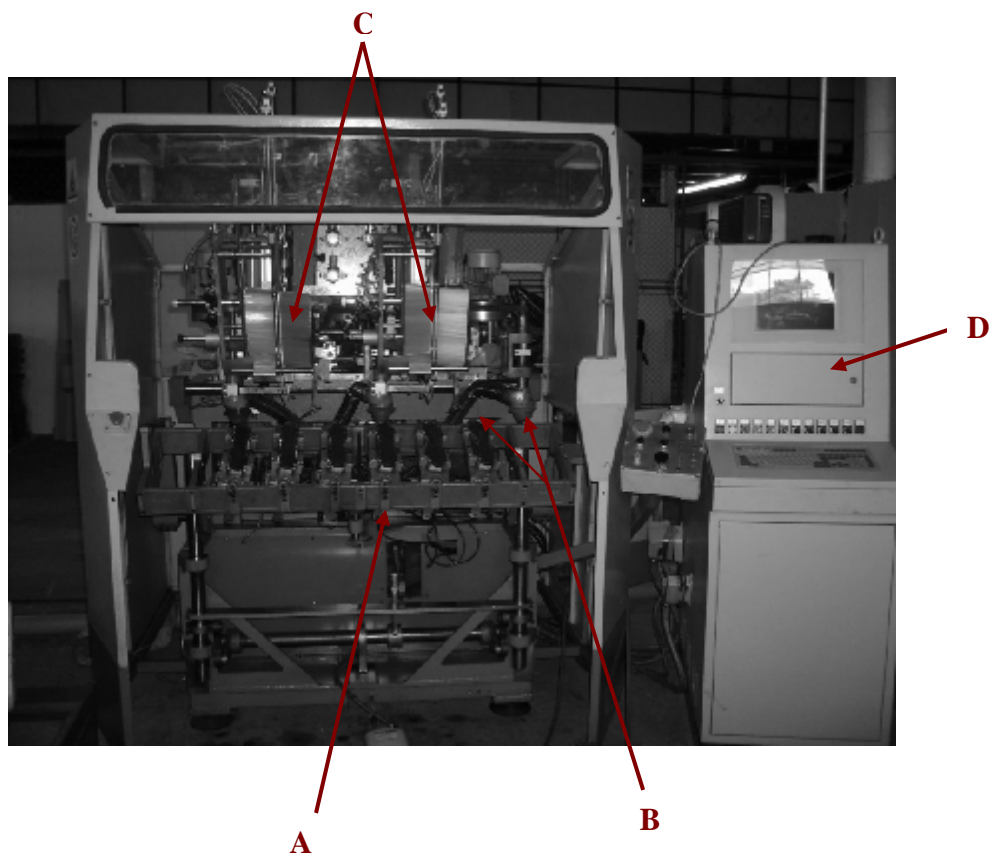
### **2.3.2 Proceso de inserción**

La máquina automática utilizada para fabricación de utensilios de limpieza (escobas, cepillos), utiliza el sistema CNC (Control Numérico Computarizado), está consta de 6 partes fundamentales:

- A.** Pantógrafo, parte en la cual se colocan las piezas (bases de escobas) que van hacer procesados.  
Este se mueve a por medio de cervo-motores (motores de corriente directa (dc).
- B.** Taladros y Insertadores, los primeros se encargan de abrir los orificios en las bases y los segundos se encargan de insertar la cerda (mechón), en los orificios abiertos por los taladros, esto lo realizan los insertadores por medio de una aguja y una grapa que se forma inmediatamente al ser insertado el mechón en la base de la escoba.
- C.** Cajetines de servicio, son donde se colocan las cerdas, gracias a estos se hace posible trabajar 4 distintos colores de fibra en el proceso de inserción, para sacar producto de diferentes colores.
- D.** Armario o Panel Eléctrico, es aquel que controla todo el proceso a través de un PLC (Panel Lógico de Control), el cual se opera a través de un computador donde se concentra el programa que controla los taladros e insertadotes, además se encuentran una serie de tarjetas de potencia que controlan los cervo-motores.

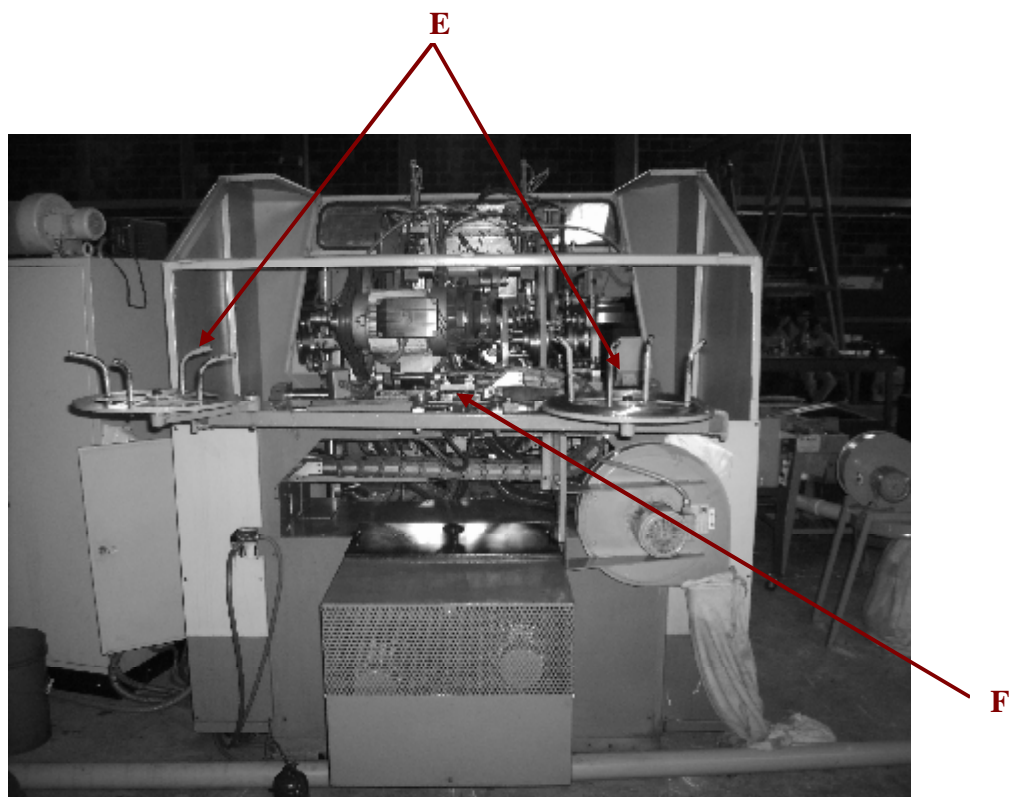
- E. Carretes de Alambre, en estos son depositados rollos de alambre, que por medio de un mecanismo hacen llegar el alambre al insertador para realizar la grapa que agarra la cerda (mechón) a la base de escoba.
- F. Cervo-Motores, como se ha mencionado estos motores de corriente directa se encargan del movimiento de los ejes principales de la máquina XYZ.

**Figura 11. Máquina insertadora (vista frontal)**



**Fuente: Javier A. Rivas Guerrero**

**Figura 12. Máquina insertadora (vista posterior)**



**Fuente: Javier A. Rivas Guerrero**



### 2.3.3 Proceso final

La máquina utilizada para el proceso final es conocida como “esplumadora” la cual luego de terminado el proceso de insertado, procede a darle el terminado final a la escoba, al recortar y esplumar la cerda.

Esta consta de 4 partes principales:

- A.** Cortadora de Tijera, que está formada por una cuchilla plana dentada.
- B.** Plumilladores: compuesto por 60 cuchillas especiales las cuales se encargan de plumillar o reventar la punta de la cerda, estas tiene que girar a 300 ó 400 rpm., para que cumplan su función.
- C.** Cuchilla Plana: son las encargadas de darle el terminado al producto al emparejarlo.
- D.** Abridor del esplumado: consta de dos cepillos los cuales por un movimiento de levas golpean el cepillo de forma que da el terminado final al plumillado.

**Figura 13. Máquina esplumadora**



**Fuente:** [http://www.zahoransky-group.com/produkte/broom\\_brush](http://www.zahoransky-group.com/produkte/broom_brush)

## 2.4 Productos

Los productos son elaborados todos por el mismo proceso mencionado en los primeros incisos de este capítulo, pero con características diferentes que se obtienen al llevar a cabo la programación de la máquina insertadora.

A continuación se muestran las características de los tres tipos de productos terminados.

### 2.4.1 Escoba pequeña

- **Material de la Base:** combinación de polietilenos de alta y baja.
- **Color de la Base:** colores varios.
- **Dimensiones de la Base:** 235mm x 45mm x 16mm.
- **Material de la Cerda:** PVC (Policloruro de vinilo)
- **Dimensiones de la Cerda:** 180 mm de largo.
- **Color de la Cerda:** rojo, azul, verde, naranja, morado.
- **Bastón:** metálico o de madera de: 1,250 mm x 22 mm de diámetro.  
(Este se agrega al momento de la venta)

### 2.4.2 Escoba mediana

- **Material de la Base:** combinación de polietilenos de alta y baja.
- **Color de la Base:** colores varios.
- **Dimensiones de la Base:** 235mm x 45mm x 16mm.
- **Material de la Cerda:** PVC (Policloruro de vinilo)
- **Dimensiones de la Cerda:** 222 mm de largo.
- **Color de la Cerda:** rojo, azul, verde, naranja, morado.

- **Bastón:** metálico o de madera de: 1,250 mm x 22 mm de diámetro.  
(Este se agrega al momento de la venta)

### 2.4.3 Escoba grande

- **Material de la Base:** combinación de polietilenos de alta y baja.
- **Color de la Base:** colores varios.
- **Dimensiones de la Base:** 235mm x 45mm x 16mm.
- **Material de la Cerda:** PVC (Policloruro de vinilo)
- **Dimensiones de la Cerda:** 226 mm de largo.
- **Color de la Cerda:** rojo, azul, verde, naranja, morado.
- **Bastón:** metálico o de madera de: 1,250 mm x 22 mm de diámetro.  
(se agrega al momento de la venta)

### **3. SITUACIÓN ACTUAL DEL CONTROL DE CALIDAD EN LA EMPRESA**

#### **3.1 Descripción del proceso actual**

En la actualidad la empresa no cuenta con un sistema definido de control de calidad ya que sus proveedores de materias primas y accesorios de producto terminado poseen sofisticados sistemas de control de calidad avalados por normas de calidad internacionales. Por lo que la empresa no se ve en la necesidad de evaluar la calidad de sus materias primas.

En el proceso de fabricación de productos de limpieza tampoco se cuenta con un sistema definido de control de calidad.

A continuación se describen los sub-procesos y los sistemas de calidad utilizados actualmente:

El sub-proceso de inyección en el cual se realiza una inspección visual y luego de quitar el exceso de rebaba de la base, se toman 10 muestras a comienzo de cada turno, luego se espera a que las muestras se enfríen y se obtiene su peso promedio, si este cumple con el peso especificado por el departamento de producción se continua con su fabricación.

El sub-proceso de inserción, se realiza en base a la programación de la máquina insertadora y no se lleva ningún control de calidad al finalizar el mismo.

En el último sub-proceso de fabricación, se da el acabado final a la escoba de plástico y es en éste donde se realiza el recorte y esplumado de la cerda (fibra), aquí el trabajador encargado de realizar el empaque de las escobas, realiza una

inspección sobre los atributos del producto y es aquí donde se detectan defectos en el mismo, el operario se encarga de separar las unidades defectuosas y empacar las que cumplan a cabalidad los estándares establecidos por el departamento de producción.

### **3.2 Elementos que conforman el sistema actual de calidad**

En base al análisis realizado se describen los elementos que conforman el sistema actual de calidad de la empresa:

- a) Inspección visual y física.
- b) Análisis y Registro de pesos en base a muestreo.
- c) Acciones correctivas.

#### **a) Inspección visual y física:**

Se da en dos partes del proceso de producción, la primera se realiza luego que la base es enfriada en agua a temperatura normal, esto se realiza para determinar si la producción de bases no cuenta con alguna imperfección.

La segunda y la más importante se realiza antes de que el producto sea empacado, es aquí donde se detecta si alguna escoba no cumple con las especificaciones y esto evita rechazos por parte de los clientes.

### **b) Análisis y Registro de pesos en base muestreos:**

En la fabricación de escobas de plástico se realiza un muestreo de pesos, este se realiza cuando la base de la escoba ha sido enfriada después de haber salido del proceso de inyección, lo llevan a cabo tomando los pesos de 20 muestras y en base a promedios, se establece si cumplen con los pesos establecidos por el departamento de producción.

### **c) Acciones correctivas:**

Las acciones correctivas se llevan a cabo cuando los resultados obtenidos del muestreo de pesos de la base de la escoba no cumplen con los estándares establecidos por el departamento de producción entonces se procede a revisar la programación de la máquina inyectora o la mezcla de polietilenos utilizada.

En los casos en los que el producto no es empacado por que existen defectos en el mismo se realiza un seguimiento para encontrar y atacar la causa que los está generando.

## **3.3 Análisis actual del control de calidad**

Al evaluar el sistema actual de control de calidad de la empresa se concluye que:

- 1 No se cuenta con un departamento establecido que se encargue de velar por el control de calidad dentro de la empresa.

- }] No se cuenta con formatos de recopilación de datos que ayuden a obtener la información necesaria para realizar un análisis de control de calidad.
- }] No existen definidas zonas de inspección a lo largo de todo el proceso de fabricación.
- }] No existen políticas de control de calidad que definan los procedimientos a seguir para mantener un adecuado control de calidad.
- }] No se cuenta con los recursos técnicos y humanos necesarios para garantizar la calidad de los productos de la organización.
- }] Existe una mala comunicación dentro de los departamentos de la empresa y esto hace que no se alcancen los objetivos esperados de calidad.

Por todo esto se corre el riesgo que las escobas de plástico sean rechazadas por el cliente por no cumplir con los estándares esperados.

### 3.3.1. Factores que afectan la calidad de las escobas

Entre los factores que afectan la calidad de las escobas encuentran los siguientes:

- a) Operarios inexpertos para programar máquinas.
- b) Falta de controles de calidad en sub-procesos de fabricación.
- c) Mala iluminación.
- d) Fatiga por monotonismo de operación.
- e) Riesgos por malas condiciones de trabajo.
- f) Falta de mantenimiento en la maquinaria.
- g) Fallas en condiciones en operación
  - Control de presión.
  - Control de temperatura.
  - Tiempo del ciclo de operación.

Además de los factores mencionados anteriormente es importante mencionar los defectos más recurrentes que se pueden dar en los procesos de fabricación de la escoba de plástico (inyección, inserción, proceso final):

#### Proceso de inyección:

- **Rebaba:** es la parte que queda en el producto en el punto donde es inyectado el material termoplástico.
- **Pandeo:** defecto causado por la falta de uniformidad en el enfriamiento de la pieza luego de salir del molde.



- **Burbujas (internas):** hueco formado por el aire dentro de la pieza fabricada.
- **Pesos:** El peso de la pieza, es un factor clave por la mezcla de polietilenos realizada y la calibración de la maquinariá.

#### **Proceso de inserción:**

- **Inserción incorrecta de la cerda:** se debe a falta de calibración de la máquina, o luego de largas corridas de inserción.
- **Visualización de la grapa que agarra el mechón a la base:** defecto que ocurre por bases que no cumplen con la calidad esperada.
- **Mechón se arranca con facilidad:** ocurre porque los taladros han perdido el filo para insertar la cerda.

#### **Proceso final:**

- **Mal recorte de cerda:** ocurre por la fatiga del operario, o por la falta de experiencia del mismo.
- **Falta de frondosidad de la cerda luego del corte:** ocurre por la fatiga del operario, o por la falta de experiencia del mismo.

## 4. PROGRAMA DE CONTROL ESTADÍSTICO PROPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DE ESCOBAS PLÁSTICAS

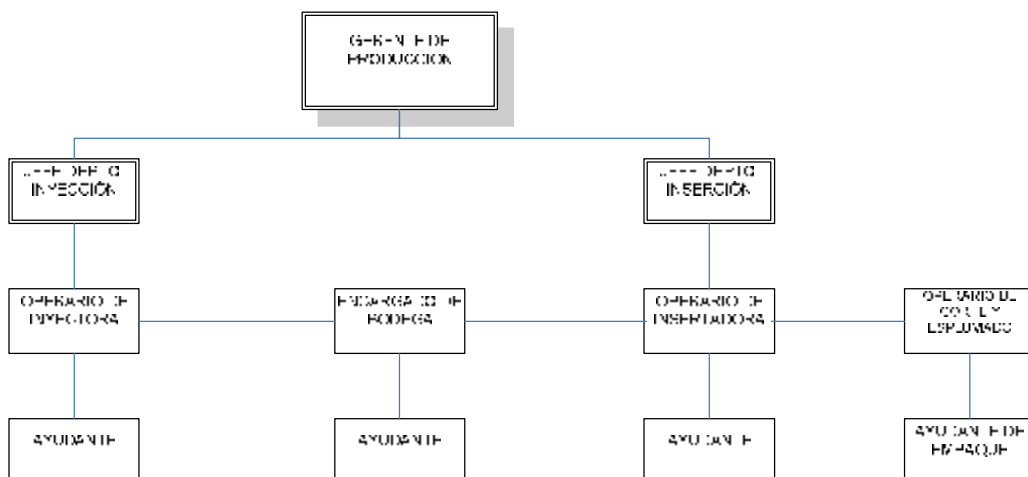
### 4.1 Administración de las actividades de control de calidad

Para establecer la propuesta de control estadístico de calidad, es necesario seguir una secuencia administrativa, que conste de una organización con políticas y actividades definidas con el objetivo de desarrollar todo un sistema que funcione íntegramente.

#### 4.1.1 Establecer organización de control de calidad

La organización del departamento de producción se encuentra conformada actualmente de la siguiente manera:

Figura 14. Organigrama actual del departamento de producción



Fuente: Javier A. Rivas Guerrero



#### **4.1.2 Establecer políticas de control de calidad**

Las políticas de control de calidad serán utilizadas como una guía de acción a seguir para lograr la satisfacción tanto del cliente como de la empresa. Las políticas propuestas son:

- a)** Producir productos de limpieza con la más calidad, que satisfagan las necesidades del mercado.
- b)** Velar por la calidad de los productos tanto externa como internamente.
- c)** Auditar e innovar los sistemas de control de calidad periódicamente.
- d)** Continuo seguimiento a los productos que presentan algún tipo de defecto de producción.
- e)** Mantener en perfectas condiciones la maquinaria involucrada en el proceso de fabricación.
- f)** Brindar toda la capacitación necesaria al departamento de control de calidad.
- g)** Inculcar en todos los involucrados en el proceso de producción la cultura de la mejora continua.

#### **4.1.3 Definición de actividades para llevar el control de calidad**

Las actividades para llevar el control de calidad son:

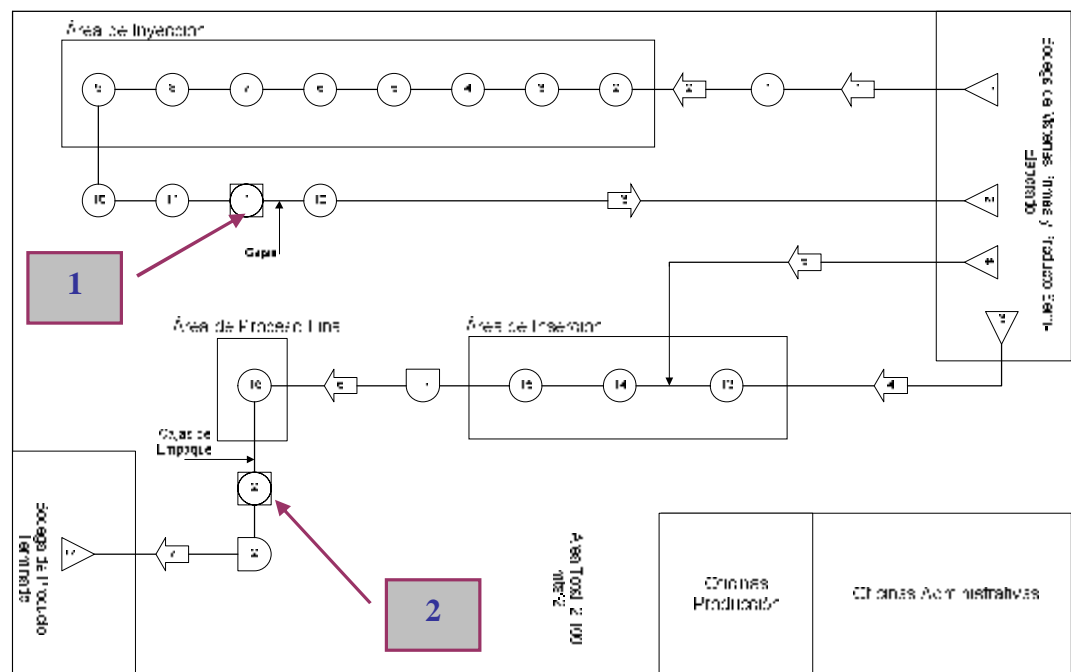
- a)** Definir la cantidad de muestras que se analizarán en el proceso de inyección y proceso final.
- b)** Establecer el tiempo de toma de datos entre cada muestra.
- c)** Selección y depuración de los datos de las muestras.
- d)** Análisis de datos a través de herramientas de control estadístico de calidad, (gráficos de control y muestreo de aceptación).

- e) Interpretación de datos obtenidos a través del análisis del inciso anterior.
- f) Establecer acciones correctivas para mantener bajo control el proceso, en dado caso este no se encuentre bajo control.
- g) Definir acciones preventivas a llevar a cabo en cada proceso media vez se muestren, indicios de descontrol en los mismos procesos.

#### 4.1.3.1 Establecer zonas de inspección

Al revisar el proceso de fabricación de las escobas de plástico se determinó que cuentan, con dos zonas de inspección.

**Figura 16. Zonas de Inspección propuestas**



Fuente: Javier A. Rivas Guerrero

- **Zona de inspección 1**

Se encuentra al finalizar el proceso de inyección y es donde se observa si las bases de las escobas de plásticos cuentan con la calidad requerida por la organización es decir que estas cuentan con el peso establecido.

- **Zona de inspección 2**

Se encuentra al finalizar el proceso de fabricación de la escoba de plástico, y es donde se revisan los productos de limpieza antes de ser empacados, en esta se realizará el muestreo de aceptación para garantizar la calidad del lote.

Las zonas descritas anteriormente son lugares, donde se realizará la toma de datos e inspecciones para la propuesta de control de calidad que se pretende establecer.

## **4.2 Control estadístico**

Para la realización del control estadístico a implementar se establecerán las variables a controlar en cada proceso y se utilizarán las herramientas de control de calidad como lo son los gráficos de control y muestreo de aceptación.

#### **4.2.1 Establecimiento de las variables a controlar**

Se determinó que la variable crítica para la empresa es el consumo de las materias primas principales las cuales son:

- Polietilenos de Alta y Baja Densidad.
- Cerda (fibra) de PVC.

##### **4.2.1.1 Proceso de inyección**

Proceso por el cual se realiza la base de la escoba, por medio de una máquina inyectora, en éste la variable a controlar es el peso de la base.

##### **4.2.1.2 Proceso final**

Proceso por el cual se le da el acabado final a la escoba plástica, por medio de una máquina esplumadora, en éste la variable a controlar es el peso de la escoba terminada, en cada una de sus diferentes presentaciones.

Las presentaciones son:

- Escoba Pequeña.
- Escoba Mediana.
- Escoba Grande.

## 4.2.2 Análisis estadístico

### 4.2.2.1 Gráficos de control $\bar{X}$ -R

Una de las herramientas utilizadas para controlar la variabilidad de cualquier tipo de proceso, son los denominados gráficos de control por variables, de los cuales se utilizará el gráfico de control de promedios o medias ( $\bar{X}$ ) y el gráfico de control de rangos (R).

Estos gráficos se aplicarán tanto en el proceso de inyección donde se produce la base de la escoba, como en el proceso final donde se obtiene la escoba terminada, todo esto con el fin de controlar la variable principal de ambos procesos, la cual es el peso, tanto de la base como de la escoba terminada.

Para el proceso de inyección y proceso final se tomarán 22 muestras de 5 productos cada una, esto para ambos procesos, para calcular así los promedios ( $\bar{X}$ ) y rangos (R) de las 22 muestras, y establecer los límites de control.

Para establecer los gráficos de control por variables en los procesos de inyección y proceso final se deberá seguir con los siguientes pasos:

- a) Definir las características a controlar en este caso: el peso de la base de la escoba como el de la escoba terminada.
- b) Tomar 22 muestras, formadas por 5 productos cada una en ambos procesos.



- c) Obtener las muestras en cada jornada de trabajo con los siguientes tiempos:
- Proceso de inyección cada: 45 minutos.
  - Proceso final cada: 60 minutos.
- d) Revisar los datos obtenidos.
- e) Efectuar cálculo de promedios y rangos de las 22 muestras.
- f) Realizar el cálculo de los límites de control para cada gráfico:

En base a la **Tabla IV** (Anexo 1) y conociendo el número de la muestra  $N=5$ , se determina el valor de  $A_2 = 0.577$ ,  $D_3 = 0$ ,  $D_4 = 2.115$ ; luego se procede a calcular los límites de control en base a los datos obtenidos del proceso con las siguientes formulas:

**Gráfico de medias:**

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

$$LCC = \bar{X}$$

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

**Gráfico de rangos:**

$$LCS = \bar{R} * D_4$$

$$LCC = \bar{R}$$

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

- g) Analizar las medias y rangos muestrales con relación a los límites de control.
- h) Establecer medidas preventivas y correctivas en caso sea necesario.

- **Recomendaciones al obtener los gráficos de control:**

- Al analizar e interpretar los gráficos de medias ( $\bar{X}$ ) y rangos (R), se deberán colocar, uno encima del otro de manera que se pueda observar el comportamiento de los sub-grupos de muestras analizadas, esto permitirá visualizar si alguna sub-muestra está fuera de control.
- El encontrar alguna muestra en el gráfico de medias ( $\bar{X}$ ), fuera de los límites de control, indica un cambio en los productos posteriores a está, por lo que con la ayuda del registro de datos, la experiencia del operario y la operación del proceso, se deben analizar los factores que pudieron causar esta variación en el proceso.  
Las causas más comunes de variación para el proceso de inyección son: la mezcla del material termoplástico, la preparación de la maquinaria, el operario; y para el caso del proceso final son: la programación de la maquinaria, el operario, y los desperfectos en la máquina.
- El encontrar alguna muestra en el gráfico de rangos (R), fuera de los límites de control, indica que el proceso ha cambiado uniformemente, las causas comunes asignables son: el cambio de personal, cambio de materiales, apagones de energía eléctrica; esto para ambos procesos tanto inyección como proceso final.

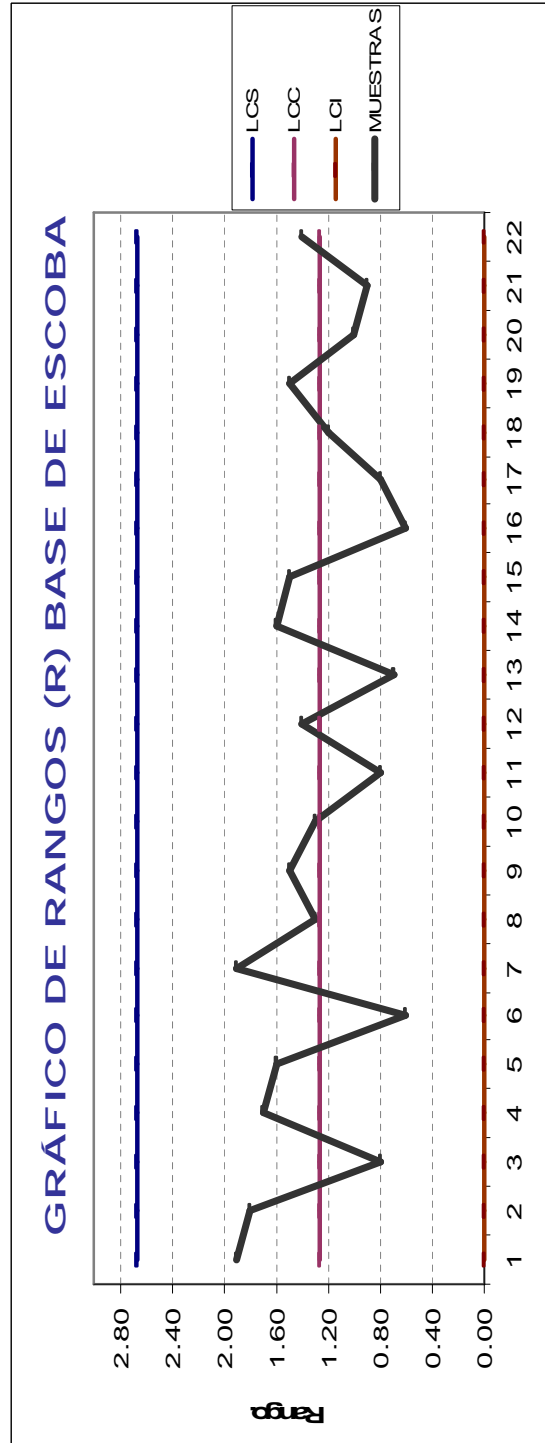
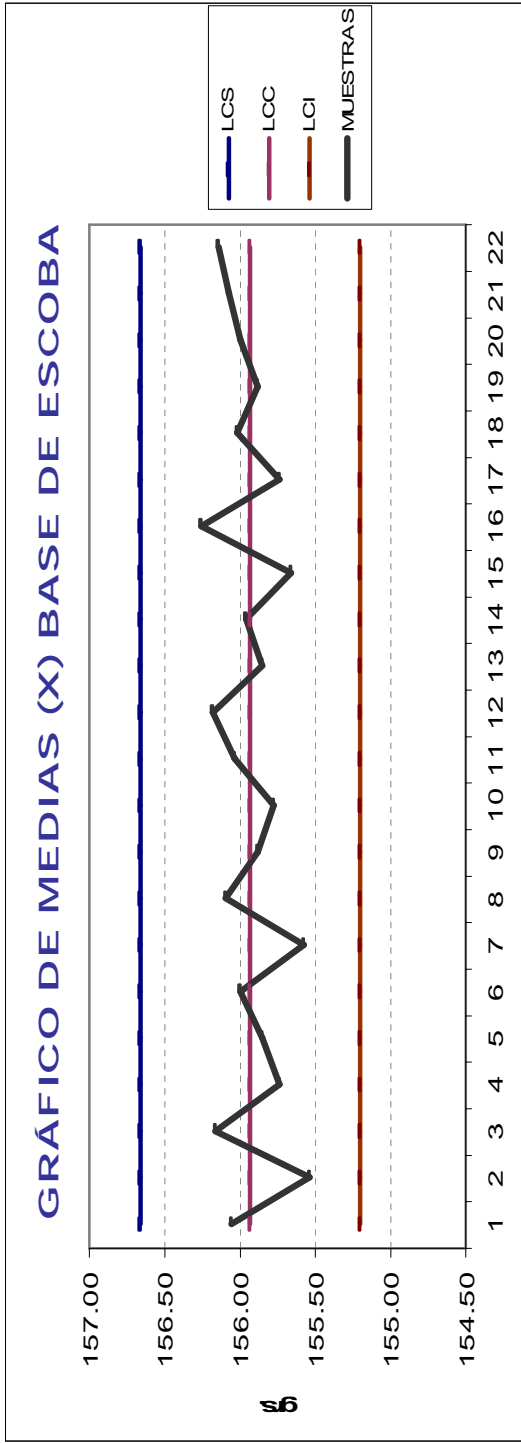
A continuación se presenta la manera como se aplicaron los gráficos de control  $\bar{X}$ -R:

• Proceso de Inyección:

GRAFICOS DE CONTROL POR VARIABLES																							
PRODUCTO A INSPECCIONAR:		BASE DE ESCOBA										FECHA:		20-ago-07									
VARIABLE A CONTROLAR:		PESO										ESTANDAR:		156 +/- 1 grs.									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	156.1	154.5	156.2	156.1	156	155.7	154.2	155.5	156.7	155.2	155.8	155.3	155.9	156.2	155.5	156.5	156	155.5	156.2	155.8	155.5	155.4	
2	155.3	155.2	156.4	156.3	156.2	156.2	155.7	156.3	155.8	156	156.5	156.2	156	155.9	155.5	156.4	155.3	156.2	155.2	156	156.2	156.2	156.8
3	157.2	156.3	155.6	155.8	156.4	155.7	156.1	156.8	156	156.5	155.7	156.7	155.7	155.2	155	156.3	155.5	156.6	155.7	155.5	156.1	156.1	156.4
4	155.5	155.7	156.2	154.6	155.9	156.3	156	156.2	155.7	155.8	156	156.3	156.2	156.8	155.8	156.2	155.8	156.4	156.7	156.5	156.4	156.4	155.8
5	156.2	156	156.4	155.9	154.8	156.1	155.9	155.7	155.2	155.4	156.2	156.4	155.5	155.7	156.5	155.9	156.1	155.4	155.6	156.2	156.2	156.2	156.3
<b>TOTAL</b>	780.3	777.7	780.8	778.7	779.3	780	777.9	780.5	779.4	778.9	780.2	780.9	779.3	779.8	778.3	781.3	778.7	780.1	779.4	780	780.4	780.7	780.7
<b>PROMEDIO</b>	156.06	155.54	156.16	155.74	155.86	156.00	155.58	156.10	155.88	155.78	156.04	156.18	155.86	155.96	155.66	156.26	155.74	156.02	155.88	156.00	156.08	156.14	156.14
<b>RANGOR</b>	1.9	1.8	0.8	1.7	1.6	0.6	1.9	1.3	1.5	1.3	0.8	1.4	0.7	1.6	1.5	0.6	0.8	1.2	1.5	1.0	0.9	1.4	1.4
<b>TOTAL</b>	3430.52																						156
<b>PROMEDIO</b>	27.80																						1

**DATOS**      **N = 5**      **A2 = 0.577**      **D3 = 0**      **D4 = 2.115**  
**RANGO R = VALOR MAYOR - VALOR MENOR**  
**LIMITES DE CONTROL:**  
**MEDIAS:**      **LCS = 157 gr.**      **RANGOS:**      **LCS = 3**  
**LCC = 156 gr.**      **LCC = 1**  
**LCI = 155 gr.**      **LCI = 0**

□ = PROMEDIO DE LAS MUESTRAS



- Proceso final:

**GRAFICOS DE CONTROL POR VARIABLES**

PRODUCTO A INSPECCIONAR: ESCOBA PEQUEÑA      FECHA: 03-ago-07

VARIABLE A CONTROLAR: PESO      ESTANDAR: 230 +/- 3 grs.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	230	227	233	229	231	230	233	229	231	228	229	232	233	231	228	230	230	229	230	232	230	229	
2	231	229	230	227	228	232	231	228	230	231	230	229	227	230	232	229	230	231	232	230	231	231	
3	228	231	229	232	233	229	228	231	229	233	232	227	231	232	233	231	231	232	233	231	229	230	
4	229	230	230	231	228	232	230	232	230	230	228	230	233	231	232	233	231	230	228	231	232	229	
5	230	232	231	230	232	231	231	229	232	229	231	228	232	229	227	228	228	231	227	233	227	232	
<b>TOTAL</b>	1148	1149	1153	1149	1152	1154	1153	1149	1154	1151	1150	1146	1153	1155	1151	1150	1152	1153	1150	1157	1149	1151	
<b>PROMEDIO</b>	230	230	231	230	230	231	231	230	231	230	230	229	231	231	230	230	230	231	230	231	230	230	
<b>RANGO R</b>	3	5	4	5	5	3	5	4	3	5	4	5	6	4	6	4	5	3	6	3	5	3	
<b>PROMEDIO TOTAL (LCC)</b>																							5066
<b>TOTAL</b>																							96
																							4

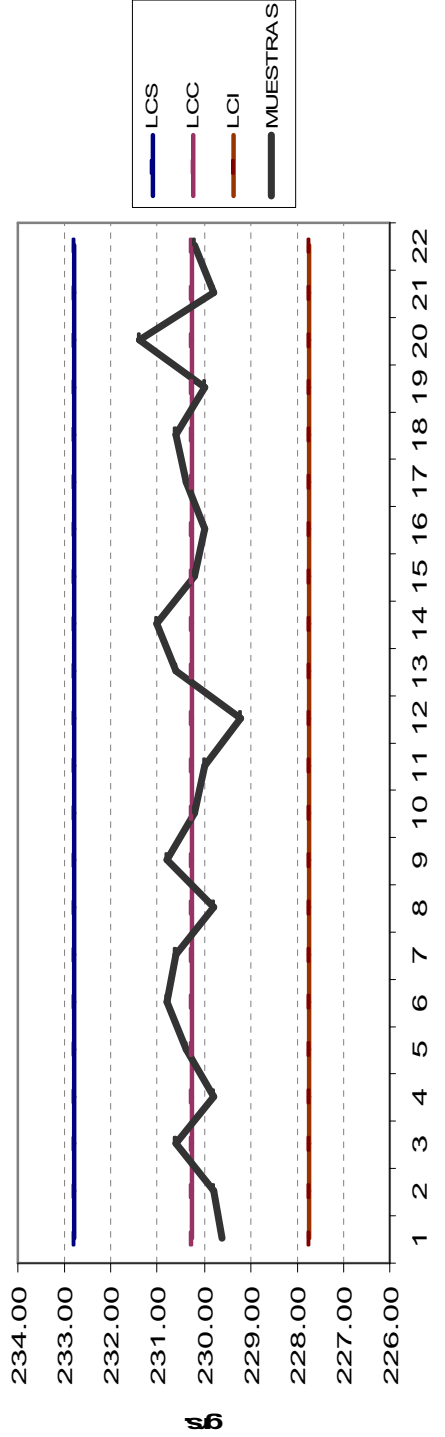
**DATOS**      N = 5      A2 = 0.577      D3 = 0      D4 = 2.115

**LIMITES DE CONTROL:**      MEDIAS:      LCS = 233 gr.      RANGOS:      LCS = 9      LCC = 4      LCI = 0

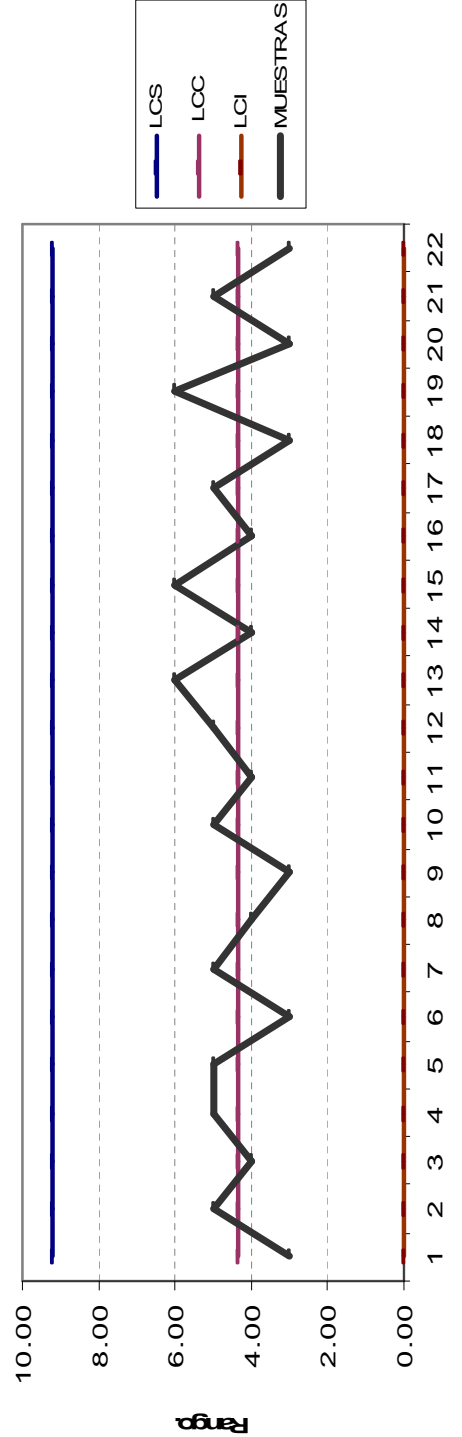
**PROMEDIO**      RANGO R = VALOR MAYOR - VALOR MENOR

□ = PROMEDIO DE LAS MUESTRAS

### GRÁFICO DE MEDIAS (X) ESCOBA PEQUEÑA



### GRÁFICO DE RANGOS (R) ESCOBA PEQUEÑA



**GRAFICOS DE CONTROL POR VARIABLES**

PRODUCTO A INSPECCIONAR: \_\_\_\_\_ ESCOBA MEDIANA FECHA: \_\_\_\_\_ 07-ago-07

VARIABLE A CONTROLAR: \_\_\_\_\_ PESO ESTANDAR: \_\_\_\_\_ 280 +/- 3 gts.

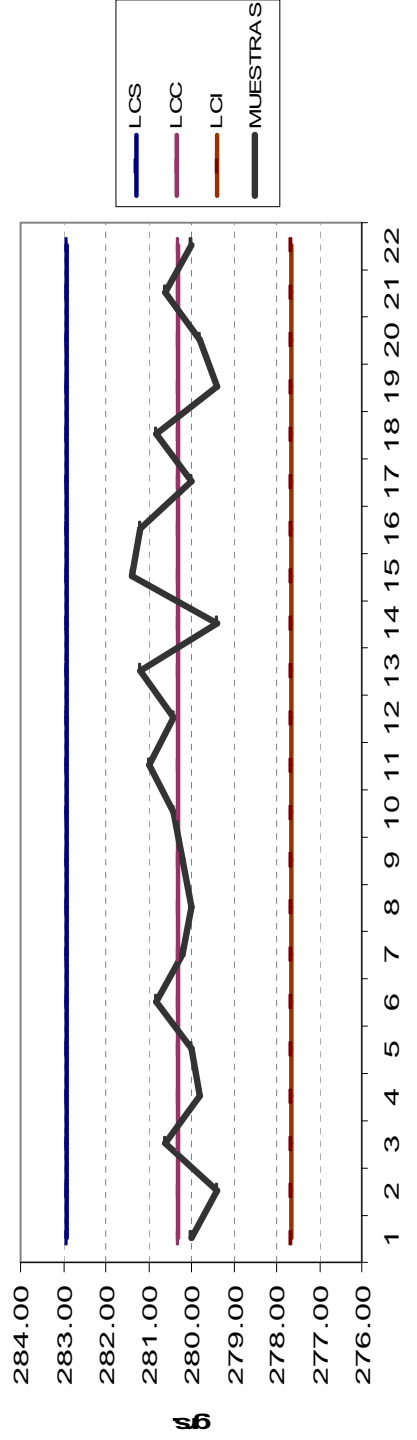
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	279	281	280	282	278	280	279	281	279	282	280	281	280	278	281	282	280	279	281	282	279	278
2	281	280	281	280	281	281	280	282	278	279	281	283	281	283	280	283	281	277	279	281	282	280
3	280	276	282	277	280	278	279	278	280	283	283	277	280	279	283	279	277	283	277	278	278	281
4	282	283	279	279	279	282	282	280	283	277	280	281	282	280	281	280	280	282	278	280	281	282
5	278	277	281	281	282	283	281	279	281	281	281	280	283	277	282	282	282	283	282	278	283	279

TOTAL	1400	1397	1403	1400	1400	1404	1401	1400	1401	1402	1405	1402	1406	1397	1407	1406	1400	1404	1397	1399	1403	1400
PROMEDIO	280	279	281	280	280	281	280	280	280	281	281	280	281	279	281	281	280	281	279	280	281	280
RANGOR	4	7	3	5	4	5	3	4	5	6	3	6	3	6	3	4	5	6	5	4	5	4
TOTAL	6167	6167	6167	6167	6167	6167	6167	6167	6167	6167	6167	6167	6167	6167	6167	6167	6167	6167	6167	6167	6167	6167
PROMEDIO TOTAL (LCC)	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

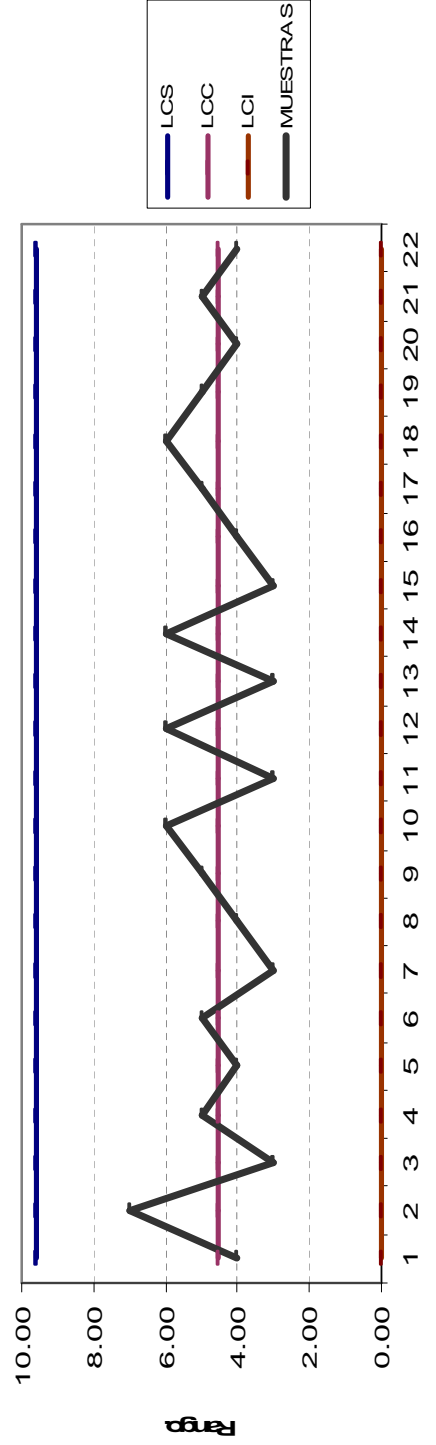
**LIMITES DE CONTROL:**  
**MEDIAS:** LCS = 283 gr. RANGOS: LCS = 10  
 LCC = 280 gr. LCC = 5  
 LCI = 278 gr. LCI = 0  
**DATOS** N= 5 A2 = 0.577  
 D3 = 0 D4 = 2.115  
 PROMEDIO RANGO R = VALOR MAYOR - VALOR MENOR

□ PROMEDIO DE LAS MUESTRAS

### GRÁFICO DE MEDIAS (X) ESCOBA MEDIANA



### GRÁFICO DE RANGOS (R) ESCOBA MEDIANA





**GRAFICOS DE CONTROL POR VARIABLES**

PRODUCTO A INSPECCIONAR: ESCOBA GRANDE FECHA: 13-ago-07  
 VARIABLE A CONTROLAR: PESO ESTANDAR: 310 +/- 3 grs.

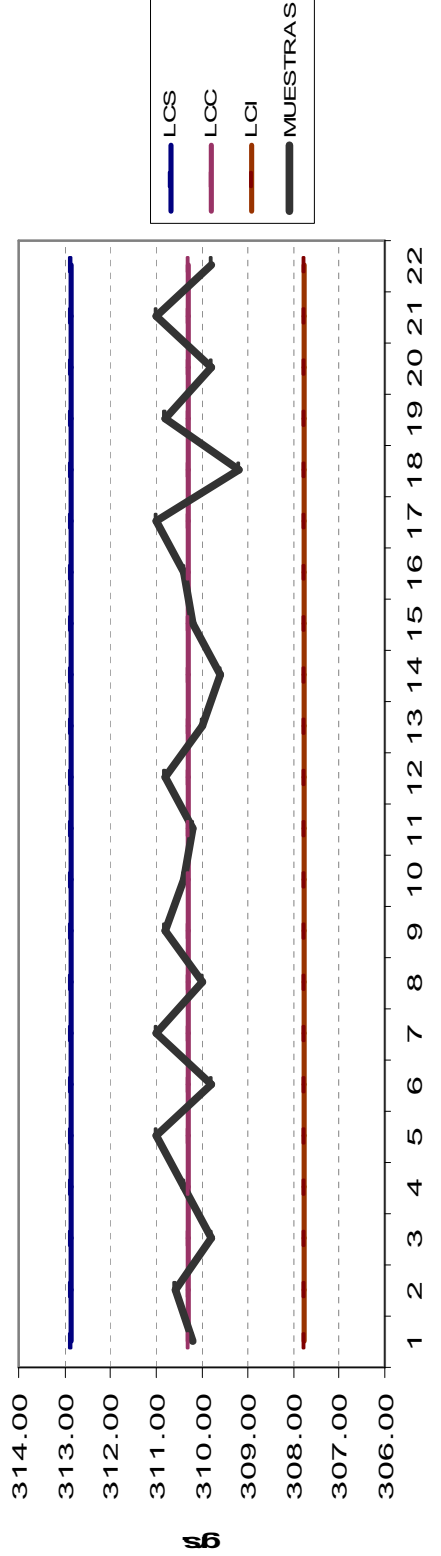
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	308	311	310	309	313	311	312	309	312	310	312	309	311	310	310	309	308	310	312	309	310	
2	310	309	308	311	309	313	312	309	311	308	308	310	308	312	310	311	309	311	309	310	307	
3	311	312	307	310	311	310	310	311	312	309	310	307	307	311	312	310	312	312	311	312	311	
4	310	313	311	310	312	309	311	312	312	310	312	311	313	310	309	313	307	309	310	313	309	
5	312	308	313	312	310	312	309	307	310	307	312	313	311	312	308	311	312	310	312	307	311	312

TOTAL	1551	1553	1549	1552	1555	1549	1555	1550	1554	1551	1554	1550	1548	1551	1552	1555	1546	1554	1549	1555	1549	
PROMEDIO	310	311	310	310	311	310	311	310	311	310	311	310	310	310	310	311	309	311	310	311	310	
RANGO R	4	5	6	3	4	5	4	5	3	5	4	5	6	5	4	3	4	5	3	5	4	5
TOTAL	6827																					
PROMEDIO TOTAL (LCC)	310																					
	97																					

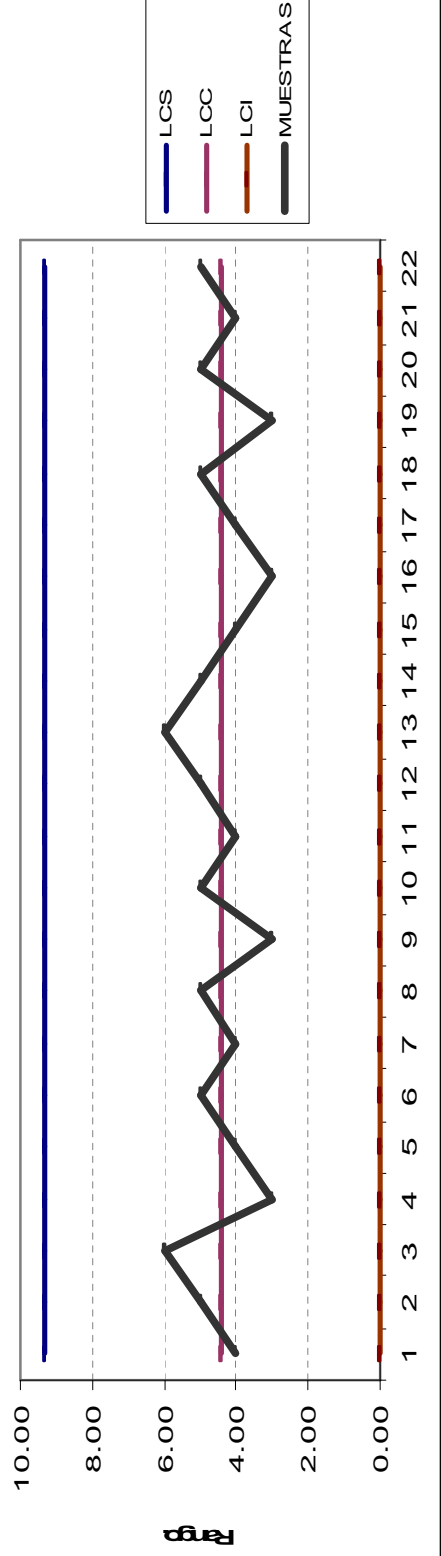
LIMITES DE CONTROL:  
 MEDIAS: LCS = 313 gr. RANGOS: LCS = 9  
 LCC = 310 gr. LCC = 4  
 LCI = 308 gr. LCI = 0

□ PROMEDIO DE LAS MUESTRAS

### GRÁFICO DE MEDIAS (X) ESCOBA GRANDE



### GRÁFICO DE RANGOS (R) ESCOBA MEDIANA



#### 4.2.2.2 Muestreo de aceptación

El muestreo de aceptación por atributos permitirá tomar una muestra aleatoria de un lote, con el objetivo de clasificar cada unidad o producto y darla por aceptada o rechazada.

Para este caso en análisis se utilizará el muestreo de aceptación como una herramienta para determinar la calidad con que se producen los productos de limpieza y así poder evitar cualquier tipo de rechazo de producto, por parte del cliente.

Un producto aceptado, es aquel que cumple con las especificaciones que ha impuesto administración, para lograr la satisfacción del cliente. Las especificaciones son: la correcta inserción de la cerda, que no sea visible la grapa con que esta insertada la cerda en la base, que el mechón no sea arrancado con facilidad, el recorte y desplumado adecuado que le de a la escoba de plástico la mejor presentación.

La herramienta a utilizar para llevar el control de muestreo de aceptación por atributos es la **MILITARY STANDARD 105D (MIL-STD-105-D)**, por lo que se definirán algunos conceptos:

- **Tipo de muestreo:** simple.
- **Tamaño de lote:** Cantidad de artículos o productos que forman parte del lote a evaluar.
- **Muestra:** Cantidad de artículos que representan a una población o lote.

- **Nivel aceptable de calidad (NCA o AQL):** Es el máximo porcentaje de artículos defectuoso, o también llamado nivel más pobre de calidad.  
En la empresa el departamento de producción y administración estipula un NCA de un: 10%.
- **Criterio de aceptación (Ac):** Número de artículos o productos defectuoso aceptado en la muestra.
- **Criterio de rechazo (Re):** Número de artículos o productos defectuosos que NO son aceptados en una muestra.
- **Tipos de inspección:** La MIL-STD-105D estipula 3 niveles de inspección: I (normal), II (severa), III (reducida); El nivel I requiere de la mitad de la inspección del nivel II y se utiliza cuando muy pocos productos son rechazados; El nivel II es el que más se utiliza; El nivel III requiere el doble de la inspección que el nivel II y se utiliza con lotes de muy mala calidad.

Para la propuesta del muestreo de aceptación se utilizará el tipo de inspección severa ( II ) ya que se han tenido problemas con algunos clientes por la calidad convenidas de las escobas.

– **Pasos para la utilización de la MIL-STD-105D:**

- a) En la **Tabla V** (Anexos 2), primero: se localiza el tamaño del lote; segundo se localiza el nivel de inspección (nivel II); tercero: al intersectar el tamaño del lote con el nivel de inspección se encuentra la letra código.
- b) En la **Tabla VI** (Anexos 3), que corresponde al tipo inspección severa, localizamos la letra código, y el NCA expresado en porcentaje, donde

obtendremos el tamaño de la muestra que se debe obtener, así como el número de aceptación (Ac) y el número de rechazo (Re).

- c) Criterio de aceptación se da cuando en la muestra el número de unidades defectuosas no es mayor al número de aceptación (Ac) y si en dado caso contrario se rechaza totalmente el lote.

A continuación se presenta la manera como se aplicó el plan de muestreo de aceptación para las producciones de los tres tipos de escoba que produce la fábrica:

#### EVALUACIÓN DE MUESTREO DE ACEPTACIÓN

ENCARGADO: JUAN RIOS

PRODUCTO A EVALUAR: ESCOBA PEQUEÑA (190 mm) FECHA: 05-ago-07

No. DE LOTE: D 5-6-7/08/2007

NUMERO DE UNIDADES DEL LOTE: 4,800 und. NIVEL DE CALIDAD DE SALIDA: 10%

TIPO DE INSPECCIÓN: SEVERA ( II ) TAMAÑO DE LA MUESTRA: 200 und.

CRITERIO DE ACEPTACION Ac: 18 Re: 19

DEFECTOS A EVALUAR:	NUMERO DE UNIDADES
1. INCORRECTA INCERCIÓN DE LA CERDA:	<u>2</u>
2. VISUALIZACIÓN DE LA GRAPA:	<u>1</u>
3. FACILIDAD DE ARRANQUE DE LA CERDA:	<u>0</u>
4. INCORRECTO RECORTE DE LA CERDA:	<u>7</u>
5. INCORRECTO ESPLUMADO DE LA ESCOBA:	<u>6</u>
TOTAL DE UNIDADES:	<u>16</u>

ACEPTADO:  RECHAZADO:

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

JUAN RIOS  
 FIRMA DEL RESPONSABLE

### EVALUACIÓN DE MUESTREO DE ACEPTACIÓN

ENCARGADO: JUAN RIOS

PRODUCTO A EVUALUAR: ESCOBA MEDIANA (230 mm) FECHA: 09-ago-07

No. DE LOTE: D 7-8-9/08/2007

NUMERO DE UNIDADES DEL LOTE: 5,040 und. NIVEL DE CALIDAD DE SALIDA: 10%

TIPO DE INSPECCIÓN: SEVERA ( II ) TAMAÑO DE LA MUESTRA: 200 und.

CRITERIO DE ACEPTACION Ac: 18 Re: 19

DEFECTOS A EVALUAR:	NUMERO DE UNIDADES
1. INCORRECTA INCERCION DE LA CERDA:	<u>1</u>
2. VISUALIZACION DE LA GRAPA:	<u>1</u>
3. FACILIDAD DE ARRANQUE DE LA CERDA:	<u>2</u>
4. INCORRECTO RECORTE DE LA CERDA:	<u>5</u>
5. INCORRECTO ESPLUMADO DE LA ESCOBA:	<u>4</u>
TOTAL DE UNIDADES:	<u>13</u>

ACEPTADO:  RECHAZADO:

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

JUAN RIOS  
FIRMA DEL RESPONSABLE

## EVALUACIÓN DE MUESTREO DE ACEPTACIÓN

ENCARGADO: JUAN RIOS

PRODUCTO A EVUALUAR: ESCOBA GRANDE (270 mm)      FECHA: 14-ago-07

No. DE LOTE: D 12-13-14/08/2007

NUMERO DE UNIDADES DEL LOTE: 3,600      NIVEL DE CALIDAD DE SALIDA: 10%

TIPO DE INSPECCIÓN: SEVERA ( II )      TAMAÑO DE LA MUESTRA: 200 und.

CRITERIO DE ACEPTACION      Ac: 18      Re: 19

DEFECTOS A EVALUAR:	NUMERO DE UNIDADES
1. INCORRECTA INCERCION DE LA CERDA:	<u>2</u>
2. VISUALIZACION DE LA GRAPA:	<u>0</u>
3. FACILIDAD DE ARRANQUE DE LA CERDA:	<u>1</u>
4. INCORRECTO RECORTE DE LA CERDA:	<u>6</u>
5. INCORRECTO ESPLUMADO DE LA ESCOBA:	<u>6</u>
TOTAL DE UNIDADES:	<u>15</u>

ACEPTADO:       RECHAZADO:

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

JUAN RIOS  
FIRMA DEL RESPONSABLE





### 4.3.2 Formato para recolección de datos en proceso final

Para el proceso final se requiere de dos formatos:

- **Formato I:** se utilizará para recolectar el peso de las escobas terminadas.

**GRAFICOS DE CONTROL POR VARIABLES  $\bar{X}$ -R**

PRODUCTO A INSPECCIONAR: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

VARIABLE A CONTROLAR: \_\_\_\_\_ ESTANDAR: \_\_\_\_\_

MUESTRAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
TOTAL																							
PROMEDIO $\bar{X}$																							
RANGO R																							
PROMEDIO TOTAL (LCC)																							

**DATOS**

A2 = \_\_\_\_\_

D3 = \_\_\_\_\_

DA = \_\_\_\_\_

N= 0

**LIMITES DE CONTROL:**

MEDIAS: LCS = 0 gr.

LCC = 0 gr.

LCI = 0 gr.

**RANGOS:** LCS = 0

LCC = 0

LCI = 0

PROMEDIO  $\bar{X}$  = PROMEDIO DE LAS MUESTRAS

RANGO R = VALOR MAYOR - VALOR MENOR

- **Formato II:** desarrollará el plan de muestreo de aceptación:

## EVALUACIÓN DE MUESTREO DE ACEPTACIÓN

ENCARGADO: \_\_\_\_\_

PRODUCTO A EVUALUAR: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

No. DE LOTE: \_\_\_\_\_

NUMERO DE UNIDADES DEL LOTE: \_\_\_\_\_ NIVEL DE CALIDAD DE SALIDA: \_\_\_\_\_

TIPO DE INSPECCIÓN: \_\_\_\_\_ TAMAÑO DE LA MUESTRA: \_\_\_\_\_

CRITERIO DE ACEPTACION Ac: \_\_\_\_\_ Re: \_\_\_\_\_

**DEFECTOS A EVALUAR:**

**NUMERO DE UNIDADES**

- |                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| 1. INCORRECTA INCERCION DE LA CERDA:  | _____ |
| 2. VISUALIZACION DE LA GRAPA:         | _____ |
| 3. FACILIDAD DE ARRANQUE DE LA CERDA: | _____ |
| 4. INCORRECTO RECORTE DE LA CERDA:    | _____ |
| 5. INCORRECTO ESPLUMADO DE LA ESCOBA: | _____ |

TOTAL DE UNIDADES: \_\_\_\_\_

ACEPTADO:

RECHAZADO:

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 FIRMA DEL RESPONSABLE

#### 4.4 Normas de aceptación

Las normas de aceptación se establecerán para especificar las características importantes que debe cumplir el producto.

##### 4.4.1 Proceso de inyección

En el proceso de inyección la característica a analizar es el peso de la base de la escoba, la cual debe tener un peso de: **156 grs.** y este debe fluctuar **+/- 1 grs.** esto quiere decir que el peso mínimo y máximo es:

**Tabla I Rangos del peso de la base de la escoba**

PRODUCTO	PESO MIN.		PESO NORMAL		PESO MAX.
BASE DE ESCOBA	155 grs.		156 grs.		157 grs.

##### 4.4.2 Proceso final

El proceso final constará de dos normas:

- La característica a analizar es el peso de las tres presentaciones de escoba que se fabrican, el cual debe fluctuar **+/- 3 grs.**, como se presenta a continuación:

**Tabla II Rangos del peso de las escobas plásticas (base, alambre y cerda)**

PRODUCTO	PESO MIN.	PESO NORMAL	PESO MAX.
ESCOBA PEQUEÑA	228 grs.	230 grs.	233 grs.
ESCOBA MEDIANA	278 grs.	280 grs.	310 grs.
ESCOBA GRANDE	313 grs.	310 grs.	308 grs.

- El muestreo de aceptación se hará en base al sistema MILITAR ESTÁNDAR 105D, teniendo en cuenta que el tamaño del lote variará de acuerdo al tipo de pedido, utilizando las siguientes especificaciones:

**Tabla III Especificaciones para realizar el muestreo de aceptación**

<b>ESPECIFICACION</b>	
<b>NIVEL DE CALIDAD ACEPTABLE (NCA)</b>	<b>10%</b>
<b>TIPO DE INSPECCION</b>	<b>SEVERA ( II )</b>
<b>PLAN DE MUESTREO</b>	<b>SIMPLE</b>

#### **4.5 Recursos**

Los recursos son las herramientas necesarias, para poder alcanzar los objetivos esperados de calidad en la fabricación de las escobas de plástico.

#### **4.5.1 Descripción del equipo a utilizar**

El equipo que se utilizará para el funcionamiento del sistema de calidad es:

- Balanza digital, para medir: gramos y onzas.
- Tablero manual y hojas con formatos establecidos, para facilitar la toma de datos.
- Calculadora, con funciones básicas para realizar operaciones.
- Cinta Adhesiva Blanca (Maskin Tape) y Marcadores de varios colores, para identificar muestras.
- Computadora, para procesar los datos adquiridos.
- Vernier digital, para efectuar mediciones.
- Lápices y Lapiceros, para obtener datos.

#### **4.5.2 Perfil de mano de obra de calidad**

La mano de obra necesaria para llevar cabo el control de calidad dentro de la empresa estará comprendida por:

- Jefe de Calidad (una persona)
  - Nivel académico: Ingeniero Industrial, Mecánico Industrial ó Ingeniero Químico.
  - Edad: Entre 24 a 35 años.
  - Experiencia en área de termoplásticos.
  - Amplios conocimientos del área de control de calidad, para la elaboración e interpretación de gráficos de control y muestreo de aceptación.

- Deberá realizar reportes de control de calidad, para presentar a gerencia los resultados obtenidos.
  - Capacidad de manejo personal.
- Auxiliar de Calidad (dos personas)
  - Nivel académico: Título a nivel diversificado, con orientación en algún área técnica de preferencia.
  - Edad: Entre 18 a 30 años.
  - Experiencia en área de termoplásticos.
  - Conocimiento de todos los sistemas de medición.
  - Habilidad numérica.
  - Capacidad de velar y obtener toda la información necesaria con el fin de proveer de información al sistema de calidad.
  - Capacidad de interpretar y hacer llegar a los operarios de cada área, información sobre cualquier problema que este afectando la calidad de las escobas de plástico.

#### **4.5.3 Mobiliario**

El mobiliario que se utilizará:

- Un escritorio normal de oficina, como área de trabajo para los auxiliares de calidad.
- Sillas plásticas, o metálicas, para que los auxiliares puedan desarrollar más cómodamente su trabajo.
- Una lámpara de escritorio, con la que se mejorara la visión del área de trabajo.

Archivo de metal, en el cual se archivará toda la información recabada y procesada.



## 5. VALIDACIÓN DEL PROGRAMA DE CALIDAD

### 5.1 Proceso de validación

#### 5.1.1 Calidad en materias primas

Las materias primas son importadas por empresas extranjeras, que cuentan con los más altos niveles de calidad, entre estas se encuentran:

- Polietileno de Alta densidad (HDPE) y Baja densidad (LDPE).
- Cerda (fibra) de PVC.
- Colorante.
- Bastón de madera ó metálico.
- Alambre galvanizado.

El proveedor esta obligado a presentar el certificado de calidad de las materias primas, en caso de que el proveedor no proporcionara éste documento, se esperará por cinco días hábiles que sea enviado, si no es enviado en el período de tiempo, el pedido será rechazado por el departamento de calidad por no garantizar los estándares requeridos.

Con esto se asegura que las materias primas utilizadas para la fabricación de productos de limpieza cuentan con un alto grado de calidad.



### 5.1.2 Calidad en proceso de producción

El proceso productivo de escobas plásticas tendrá dos áreas de control de calidad:

→ **Área de Inyección:**

En esta se controlará el peso de la base de la escoba. El auxiliar de calidad del área, supervisado por el jefe de control de calidad, determinará si la producción de bases de escoba, cumple con los estándares establecidos, tomando como base el análisis propuesto:

**Tabla I Rangos del peso de la base de la escoba**

PRODUCTO	PESO MIN.		PESO NORMAL		PESO MAX.
BASE DE ESCOBA	155 grs.		156 grs.		157 grs.

→ **Área de proceso final:**

En esta área se controlará el peso de la escoba como producto terminado. El auxiliar de calidad encargado de esta área, supervisado por el jefe de control de calidad, determinará si las escobas plásticas, cumplen con los estándares establecidos, tomando como base el análisis propuesto:

**Tabla II Rangos del peso de las escobas plásticas (base, alambre y cerda)**

PRODUCTO	PESO MIN.	PESO NORMAL	PESO MAX.
ESCOBA PEQUEÑA	228 grs.	230 grs.	233 grs.
ESCOBA MEDIANA	278 grs.	280 grs.	310 grs.
ESCOBA GRANDE	313 grs.	310 grs.	308 grs.

### **5.1.3 Calidad antes de ser empacado el producto**

Para asegurar que las escobas de plástico cumplan con los requisitos de los clientes antes de ser empacadas, se realizará el muestreo de aceptación propuesto, el cual persigue evitar las inconformidades del producto terminado, entre las que se encuentran:

- Incorrecta inserción de cerda.
- Visualización de la grapa.
- Facilidad de arranque de la cerda.
- Incorrecto recorte de la cerda.
- Incorrecto esplumado de la cerda.

En donde el muestreo aceptará o rechazará el lote de escobas de acuerdo a sus resultados.

### **5.2 Supervisión del programa**

El programa de calidad propuesto se auditará con el fin de evaluar el cumplimiento de los estándares propuestos de calidad.

La supervisión la llevará a cabo el jefe de control de calidad junto con el gerente de producción, en una reunión donde el jefe de control de calidad presentará los resultados y avances obtenidos en el período establecido.

### **5.2.1 Monitoreos de calidad**

Los monitoreos se llevarán a cabo con el fin de facilitar la supervisión del programa propuesto de control de calidad.

Estos consisten en reuniones periódicas por parte del jefe de control de calidad con sus auxiliares, para revisar que el trabajo desempeñado sea el adecuado.



4. La calidad de las escobas plásticas se ve afectada por una serie de factores dentro de los cuales se encuentran:

- }] Inserción incorrecta de la cerda
- }] Visualización de la grapa que agarra el mechón a la base.
- }] Mechón se arranca con facilidad.
- }] Mal recorte de cerda
- }] Falta de frondosidad de la cerda luego del corte.

5. Entre los recursos necesarios para establecer un programa de control estadístico de calidad dentro de la empresa de productos de limpieza, será necesario tanto el recurso humano como el tecnológico.

6. Las normas de aceptación adecuadas para garantizar la conformidad de las escobas plásticas, obtenidas de los diferentes procesos estudiados se pueden apreciar en el capítulo cuatro.

## RECOMENDACIONES

1. Encontrar materias primas que sustituyan a las actuales y que cumplan con los estándares de calidad definidos por la empresa.
2. Realizar un programa de mejora continua a los diferentes procesos, inyección, inserción, final, con el fin de mejorar la productividad de cada uno de ellos.
3. Lograr una certificación por parte de COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas), para garantizar la calidad de los productos dentro del territorio guatemalteco y así cimentar las bases para lograr un certificación de calidad internacional.
4. Controlar los factores que afectan la calidad del producto, como los procesos, materias primas, maquinaria, con el objetivo de cumplir con los estándares requeridos del programa de control de calidad.
5. Capacitar periódicamente al personal relacionado con el área de control de calidad, para optimizar, actualizar técnicas y conocimientos que se aplican en dicha área.
6. Realizar auditorías continuas para verificar y controlar que se realice adecuadamente el programa de control estadístico de calidad propuesto.



## **BIBLIOGRAFÍAS**

1. Evans, James R. y William M. Lindsay. La administración y el Control de la Calidad. México: Editorial Thomson, 2000.
2. Banks, Jerry. Control de la Calidad. México: Editorial Limusa, 2002.
3. Feingenbaum A. V. Control total de la Calidad. México: Editorial CECSA, 1994.
4. Mansilla Mejia, Carlos Enrique. Métodos estadísticos de control de calidad. Tesis Ingeniero Industrial Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1,972.
5. Chang Sam, Juan Luis. Manual de laboratorio de controles industriales. Tesis Ingeniero Industrial Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1,996.
6. Gutiérrez Pulido, Humberto. Calidad total y productividad. México: Editorial, McGraw-Hill 1,999.





## ANEXO 1

**Tabla IV Factores para la construcción de gráficos de control por variables**

Tamaño de la muestra, n	Carta X	D <sub>3</sub>	Carta R	Estimación de $\sigma$
	A <sub>2</sub>		D <sub>4</sub>	
2	1.880	0	3.267	1.128
3	1.023	0	2.575	1.693
4	0.729	0	2.282	2.059
5	0.577	0	2.115	2.326
6	0.483	0	2.004	2.534
7	0.419	0.076	1.924	2.704
8	0.373	0.136	1.864	2.847
9	0.337	0.184	1.816	2.970
10	0.308	0.223	1.777	3.078
11	0.285	0.256	1.744	3.173
12	0.266	0.283	1.717	3.258
13	0.249	0.307	1.693	3.336
14	0.235	0.328	1.672	3.407
15	0.223	0.347	1.653	3.472
16	0.212	0.363	1.637	3.532
17	0.203	0.378	1.622	3.588
18	0.194	0.391	1.608	3.640
19	0.187	0.403	1.597	3.689
20	0.180	0.415	1.585	3.735
25	0.153	0.459	1.541	3.931

Fuente: Humberto Gutiérrez Pulido. *Calidad Total y Productividad*. Pág. 387

## ANEXO 2

**Tabla V Letras código para el tamaño de la muestra (MILSTD 105D)**

Tamaño del lote	Niveles especiales de inspección				Niveles generales de inspección		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 a 8	A	A	A	A	A	A	B
9 a 15	A	A	A	A	A	B	C
16 a 25	A	A	B	B	B	C	D
26 a 50	A	B	B	C	C	D	E
51 a 90	B	B	C	C	C	E	F
91 a 150	B	B	C	D	D	F	G
151 a 280	B	C	D	E	E	G	H
281 a 500	B	C	D	E	F	H	J
501 a 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 a 3200	C	D	E	G	H	K	L
3201 a 10000	C	D	F	G	J	L	M
10001 a 35000	C	D	F	H	K	M	N
35001 a 150000	D	E	G	J	L	N	P
150001 a 500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001 y más	D	E	H	K	N	Q	R

Fuente: Humberto Gutiérrez Pulido. *Calidad Total y Productividad*. Pág. 348

### ANEXO 3

**Tabla VI Letras código para el tamaño de la muestra (MILSTD 105D)**

Letra código parcial tamaño de la muestra	Tamaño de la muestra n	Nivel de calidad aceptable (NCA o AQL), en porcentaje																							
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400
A	2	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
B	3	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
C	5	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
D	8	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
E	13	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
F	20	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
G	32	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
H	50	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
J	80	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
K	125	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
L	200	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
M	315	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
N	500	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
P	800	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
Q	1250	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
R	2000	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
S	3150	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re

*Indicaciones:* Si en la intersección del reglón (letra código) y de la columna (NCA) se encuentra una flecha en lugar de los números de aceptación (Ac) y de rechazo (Re), entonces siga la dirección de la flecha y use el primer plan que esté después de la flecha. Por ejemplo, supongamos que la letra código para un caso particular es H, por lo que el tamaño de la muestra asociado a esta letra es  $n = 50$ , y si el NCA = 0.1%, entonces en la intersección correspondiente se encuentra un flecha con dirección hacia abajo; al seguirla el primer plan que se encuentra es  $Ac = 0$ ,  $Re = 1$ , y el tamaño de muestra a usar es  $n = 200$ .

Fuente: Humberto Gutiérrez Pulido. **Calidad Total y Productividad**. Pág. 360