



---

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**“MEJORA DE DESEMPEÑO DEL ENVASE DE VIDRIO EN LÍNEAS DE  
PRODUCCIÓN ENVASADO DE CAFÉ SOLUBLE”.**

# **T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
QUÍMICO EN ALIMENTOS.**

**P R E S E N T A:**

**FEDERICO GARCÍA ALBARRÁN.**

**ASESOR DE TESIS**

**M. EN C. FELIPE CUENCA MENDOZA.**



**TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO**

**ENERO 2014.**

## **AGRADECIMIENTOS.**

*Le doy gracias a **DIOS** por haberme dado la vida, por bendecirme cada día y en cada momento para poder alcanzar mis metas y no darme por vencido, enfrentar las cosas con gran inteligencia y amor para poder ayudar a mis semejantes.  
“Gracias Dios mío por permitirme concluir una etapa más en mi vida”*

*Gracias a mis **PADRES**: Federico García Serrano y P. Olivia Albarrán García por todo su amor, su cariño, su confianza, su apoyo incansable, su paciencia, por sacrificar todo su tiempo y tantas cosas para poder darme la herencia más valiosa que un hijo puede recibir en la vida: el estudio; por creer en mí y formarme con grandes valores, disciplina y educación, dándome ejemplos dignos de superación y entrega; por lo que toda mi vida estaré orgulloso de tener a los mejores padres del mundo. Y sin duda alguna este logro también es de ustedes. Los quiero mucho ¡Muchas gracias!*

*A mi **HERMANA** Denisse O. por apoyarme, estar conmigo en las buenas y en las malas y a quien siempre le pediré que siga dando su mayor esfuerzo para salir adelante, luchar por sus sueños y metas ya que la recompensa Dios la da más adelante y que los consejos de nuestros padres siempre son de gran utilidad. TQM.*

*A toda mi **FAMILIA**, (Abuelitos, Abuelitas, Tíos, Tías, Primos, Primas) quienes siempre me impulsaron a salir adelante mostrándome su apoyo y dándome grandes consejos para no darme nunca por vencido, entendiendo que el apoyo y el amor de nuestra familia Dios siempre la mantendrá unida y la guiará por el camino de la verdad, sabiduría y el éxito.*

*A todos mis **MAESTROS** y **AMIG@S** por contribuir con su granito de arena en mi formación académica y profesional; y que sus enseñanzas compartidas no solo se quedaran en mí, sino que las compartiré a futuras generaciones.*

## INDICE.

<b>1. RESUMEN.</b> .....	<b>2</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN.</b> .....	<b>4</b>
<b>3. ANTECEDENTES.</b> .....	<b>6</b>
<b>3.1 INTRODUCCIÓN, FILOSOFÍA Y EVOLUCIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS.</b> .....	<b>6</b>
3.1.1 Definición de Control Estadístico de Proceso (SPC). .....	6
3.1.2 Objetivos del Control Estadístico. ....	7
3.1.3 Influencias actuales sobre la aplicación del SPC. ....	7
3.1.4 Beneficios del SPC. ....	7
<b>3.2 FILOSOFÍA DE LA CALIDAD.</b> .....	<b>8</b>
3.2.1 W. Edwards Deming. ....	8
3.2.1.1 Los 14 puntos de la Ruta Deming. ....	8
3.2.1.2 Ciclo Deming. ....	11
3.2.2 Kaouru Ishikawa. ....	11
3.2.3 Philip B. Crosby. ....	12
3.2.4 Genichi Taguchi. ....	13
3.2.5 Shigeo Shingo. ....	13
3.2.6 Jan Carlzon. ....	14
3.2.7 Joseph M. Juran. ....	15
3.2.8 Elementos comunes de las diferentes filosofías. ....	15
<b>3.3 DEFINICIÓN DE CALIDAD.</b> .....	<b>16</b>
3.3.1 Evolución del concepto de Calidad. ....	17
3.3.2 Garantía de calidad. ....	18
3.3.3 Principios de la garantía de calidad. ....	18
3.3.4 Cómo expresar la calidad. ....	19

3.3.5	Como se evalúa, controla y asegura la Calidad. ....	19
<b>3.4</b>	<b>SISTEMAS DE CALIDAD. ....</b>	<b>19</b>
3.4.1	Objetivo del Sistema de Calidad. ....	20
3.4.2	Enfoque de los sistemas de la Calidad. ....	20
<b>3.5</b>	<b>AQL “ACCEPTABLE QUALITY LEVEL”. ....</b>	<b>22</b>
3.5.1	Muestreo para la inspección por atributos. ....	23
3.5.2	Unidad de producto. ....	24
3.5.3	Tipos de Muestreo. ....	24
3.5.3.1	Muestreo Sencillo. ....	24
3.5.3.2	Muestreo Doble. ....	25
3.5.3.3	Muestreo Triple. ....	25
3.5.4	Inspección. ....	25
3.5.4.1	Tipos de Inspección. ....	26
3.5.4.2	Tipos de Planes de Inspección. ....	27
3.5.4.3	Nivel de Inspección. ....	28
<b>3.6</b>	<b>CLASIFICACION DE DEFECTOS. ....</b>	<b>29</b>
3.6.1	Defecto Crítico. ....	30
3.6.2	Defecto Mayor. ....	30
3.6.3	Defecto Menor. ....	30
3.6.4	Ejemplo de plan de muestreo. ....	30
<b>3.7</b>	<b>VARIABILIDAD DE PROCESOS Y GRAFICAS DE CONTROL. ....</b>	<b>31</b>
3.7.1	Versiones de proceso. ....	32
3.7.2	Gráficas de Control. ....	32
3.7.3	Características principales del Gráfico de Control. ....	33
3.7.4	Gráficas de control para atributos. ....	33
3.7.5	Utilidad, Ventajas y Desventajas de Grafico de Control por atributos. ....	33

3.7.6	Limites de control Superior e Inferior. ....	34
3.7.7	Tipos de Gráfico de control. ....	35
<b>3.8</b>	<b>EL CAFÉ.....</b>	<b>36</b>
3.8.1	El café, proceso de transformación y envasado como café soluble. ....	36
3.8.2	Tipos de café y sus características. ....	37
3.8.3	Proceso de café soluble. ....	37
3.8.4	Proceso de envasado de Café soluble. ....	38
<b>3.9</b>	<b>ENVASE Y EMBALAJE. ....</b>	<b>39</b>
3.9.1	Tipos de envase. ....	40
3.9.2	Funciones del envase y embalaje. ....	40
3.9.3	Materiales y tipos de envase y embalajes. ....	42
<b>3.10</b>	<b>EL VIDRIO. ....</b>	<b>43</b>
3.10.1	Propiedades del Vidrio. ....	44
3.10.2	Componentes del Vidrio. ....	45
3.10.3	Fabricación de botellas de vidrio. ....	46
3.10.4	Formas básicas de los envases. ....	46
3.10.5	Partes de un envase de vidrio. ....	47
3.10.6	Ventajas y Desventajas del Vidrio. ....	47
<b>4.</b>	<b>PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN. ....</b>	<b>48</b>
<b>5.</b>	<b>OBJETIVOS. ....</b>	<b>48</b>
5.1	Objetivos específicos. ....	48
<b>6.</b>	<b>METAS. ....</b>	<b>48</b>

<b>7. METODOLOGÍA.</b> .....	<b>49</b>
7.1 Gestión de trabajo durante el cambio de envase. ....	50
7.2 Material y Método. ....	52
7.3 Desempeño del envase en línea de producción. ....	53
7.4 Clasificación de defectos. ....	54
7.5 Verificación de lotes por AQL en envase regular. ....	55
7.6 Verificación de lotes por AQL en envase irregular. ....	56
<b>8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</b> .....	<b>62</b>
8.1 Análisis final del comportamiento del envase de vidrio. ....	62
<b>9. CONCLUSIONES.</b> .....	<b>66</b>
<b>10. RECOMENDACIONES.</b> .....	<b>67</b>
<b>11. REFERENCIAS.</b> .....	<b>68</b>
<b>12. ANEXOS.</b> .....	<b>71</b>

## 1. RESUMEN.

El presente trabajo tiene por objetivo mejorar el desempeño del envase de vidrio en línea de producción de envasado de café soluble, lo anterior surge como una respuesta a los problemas de calidad (defectos críticos, mayores y menores) que presentó el cambio de envase regular en forma redonda por el envase de forma irregular.

La resolución de este problema se llevó a mediante el sistema de AQL (Niveles de Calidad Aceptable), el cual tiene como propósito realizar una inspección por muestras a los lotes de envase de vidrio que se reciben de forma diaria, el cual nos permitirá identificar las causas de rotura, y los defectos más representativos para la toma de acciones e ir eliminándolos tomando como referencia los niveles de calidad aceptable establecidos entre Cliente-Proveedor en el Acuerdo de Calidad; esto con el soporte de la formación de un equipo de trabajo conformado por personal de la parte de operación tanto del cliente como del proveedor.

Los resultados que se obtuvieron durante el tiempo de análisis fueron los siguientes: en la semana 48 correspondiente a el envase aún regular presentaba un rango de 12.0 a 21 ppm respecto a las fracturas, datos que representa un rango de 4 a 7 rompimientos de envase en línea de producción; con el cambio del envase de forma irregular en la semana 49 mostró una tendencia crítica ya que las ppm obtenidas se elevaron hasta 832 lo cual origino que el volumen de producción cayera muy por debajo de una producción por turno representando entre 21 a 49 eventos de frasco roto con tendencia a la baja mediante la aplicación de los muestreos por lotes rechazados. La semana 50 a pesar de aún estar por arriba de las ppm máximas dentro del Acuerdo de Calidad el desempeño del envase seguía mostrando tendencia de forma a mejora ya que en esta se alcanzó un rango de 16 a 88 ppm, con un comportamiento mejorado en cuanto a las roturas, cabe señalar que a finales de esta semana como en su mayoría de días de la semana 51 se obtuvieron resultados impactantes por arriba del estándar de producción y con un nuevo record logrando llevar al envase a una rango entre 6 y 9 eventos de frasco roto el cual representado en ppm entre 16 a 23.

Por todo lo anterior y por los resultados satisfactorios alcanzados, nos condujo a la actualización de estándar de productividad y establecer nuevos valores de AQL en sus tres niveles y su reclasificación de defectos dentro del Acuerdo de Calidad y de forma especial el conocer cómo manejar el envase de vidrio desde su formación hasta su manipulación dentro de las instalaciones del cliente. Esto trajo como consecuencia una muy importante mejora en el desempeño del envase de vidrio en líneas de producción de envasado de café soluble.



## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1 Historia de la Calidad.

Los antecedentes de la calidad se vienen tratando desde la época antigua, ya cuando los jefes de los reyes y faraones exigían mejores materiales y mejores materias primas para su propio beneficio.

Un claro antecedente de la calidad lo encontramos en el famoso código Hammurabi 2000 años antes de Cristo hablaba sobre la calidad de las casas, y la posibilidad de ejecutar al albañil si la casa se caía sobre su propietario. En la época de los fenicios, aparecen antecedentes de la calidad en los que se señala que en caso de herramientas mal fabricadas, era posible cortarle la mano al fabricante.

Varios siglos después, con la aparición de los gremios y la organización de fabricantes y comerciantes, comenzaron a aparecer diferentes controles de calidad, un claro antecedente de la calidad de hoy en día. Los propios gobiernos fijaban las distintas normas de modo que el individuo que trabajaba conocía exactamente las especificaciones de fabricación, sin necesidad de terminar asesinado o mutilado (Cantú, 2001).

Con la llegada de la revolución Industrial, se comenzó a fabricar todo tipo de productos pero a gran escala, lo que implicaba un mayor control de la calidad. Distintas piezas que se ensamblaban después unas con otras. Todos estos procesos de fabricación en cadena implicaban que toda la cadena de producción se basase en las mismas medidas de control de calidad (Evans, 2005).

Por lo que los primeros estudios sobre la Calidad se hicieron en los años 30 antes de la Segunda guerra Mundial, la calidad no mejoró sustancialmente, pero se hicieron los primeros experimentos para lograr que esta se elevara.

Cuando en 1939 estalló la Segunda guerra Mundial, el control estadístico del proceso se convirtió poco a poco en un arma secreta de la industria, fue así como los estudios industriales sobre como elevar la calidad bajo el método moderno consistente en el control

estadístico del proceso llevo a crear el primer sistema de aseguramiento de la calidad vigente en el mundo.

Durante la Segunda Guerra Mundial, los militares estadounidenses comienzan a utilizar procedimientos estadísticos de muestreo, y establecer requisitos o normas estrictas a sus proveedores. Se crean las tablas de muestreo "MILSTD" (Military Standar, norma militar). En 1944 se publica la primera revista sobre Control de Calidad, la Industrial Quality Control y en 1946 se funda en Estados Unidos, la American Society for Quality Control, la ASQC (Summers, 2003).

Con la llegada del siglo XX los avances tecnológicos ha permitido que cualquier clase social se beneficie de todo tipo de productos antes sólo reservados para las clases más altas, millones de productos se fabrican para llegar a un mercado floreciente y cada vez mayor. La especialización está creando un mundo de mercado cada vez más competitivo que exige de nuevas mejoras y nuevas referencias de calidad.

Por lo que podemos decir que las necesidades humanas de calidad han existido desde el alba de la historia. Sin embargo los medios para satisfacer esas necesidades -los procesos de gestión para la calidad- han sufrido cambios amplios y continuos (Cantú, 1997).

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1 INTRODUCCIÓN, FILOSOFIA Y EVOLUCIÓN DEL CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS.

##### 3.1.1 Definición de Control Estadístico de Proceso (SPC).

SPC es un método eficiente de recolección y análisis de datos. Se puede aplicar a cualquier control expresado en números. Su aplicación va más allá de manufactura, incluyendo compras, control de producción, personal, contabilidad, ventas, etc.

**S** = “Estadístico” La aplicación de técnicas estadísticas (matemáticas) para medir y analizar la variación o cambios en los procesos a través del uso de números y datos.

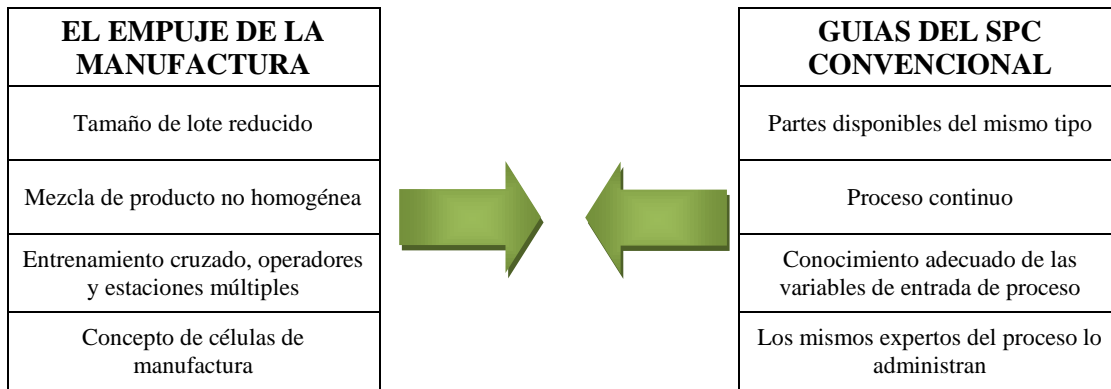
**P** = “Proceso” Cualquier combinación de máquinas, herramientas, métodos, materiales y/o personal empleado para realizar tareas específicas en un producto o servicio. Algunos procesos son de manufactura, algunos son procesos de servicio, mientras que otros son operaciones de soporte comunes a ambos.

**C** = “Control” Controlando un proceso usando el ciclo de retroalimentación a través del cual medimos el desempeño real, lo comparamos con un estándar y actuamos sobre la diferencia o el cambio. Mientras más pronto respondamos al cambio respecto del estándar, más uniforme será la calidad en el producto o servicio.

Los manufactureros de la industria alimentaria o de cualquier otro sector, proveedores organizaciones comerciales, deben estar dedicados a la mejora continua. Debemos buscar maneras más eficientes de producir productos y servicios, estos productos y servicios deben continuar hacia la mejora en sus valores. Enfocándose hacia sus clientes internos y externos, y proveer la satisfacción del cliente como primera meta de negocios, ver Figura 1.

Para lograr esto, cada organización debe estar comprometido a la mejora y a la utilización de métodos efectivos (Montgomery, 1991).

Figura 1: Empuje de manufactura vs SPC convencional.



### 3.1.2 Objetivos del Control Estadístico.

1. Mejorar la calidad.
2. Definir la capacidad o alcance del proceso.
3. Decidir sobre las especificaciones.
4. Decidir sobre el proceso.
5. Decidir sobre los productos.
6. Calcular el promedio de la calidad y controlar su cumplimiento.

### 3.1.3 Influencias actuales sobre la aplicación del SPC.

- ✓ *JIT*: Producción Justo a Tiempo.
- ✓ *CFM*: Manufactura de Flujo Continuo.
- ✓ Filosofía “Lotes de Una Pieza”.
- ✓ “Aclientización Masiva”.
- ✓ *DFT*: Tecnología de Flujo por Demanda.

### 3.1.4 Beneficios del SPC.

1. Costos bajos de manufactura.
2. Estándares correctos.
3. Procesos estables (Identificación de los cuellos de botellas, paradas y otros tipos de esperas dentro del proceso productivo).
4. Especificaciones realistas.

5. Menos inspección.
6. Tiempo de “problema-a-solución” reducido.
7. Mejores relaciones con los clientes.
8. Medidas de capacidad confiables.
9. Tiempo de ciclo reducido.
10. Calidad del producto mejorada.

La manera de cómo se administran las empresas en la actualidad hace difícil la aplicación del SPC usando métodos convencionales (Díaz de Santos, 1994).

### **3.2 FILOSOFIA DE LA CALIDAD.**

El mundo entero fue testigo de que la economía y la capacidad de producción japonesas fueron desbastadas por la segunda guerra mundial. Cuatro décadas después Japón disfruta de un liderazgo casi indisputable como innovador en métodos de control de calidad, productividad y mercadeo competitivo en todo el mundo. Los japoneses son un reto para el liderazgo industrial y comercial de los Estado Unidos y Alemania (Beckford, 2002).

#### **3.2.1 W. Edwards Deming.**

El doctor W. Edwards Deming dio origen al increíble retorno del Japón, después de la destrucción total de la guerra y creó la ruta que ha situado a los japoneses al frente de la carrera que actualmente se libra en los negocios y el desarrollo industrial internacionales. Deming aportó su filosofía que consta de 14 puntos, a través de los cuáles se puede lograr la calidad en la empresa, adicionalmente aporta su ciclo de mejora continua así como las herramientas estadísticas aplicadas al proceso (Goetsch y Stanley, 1999).

##### **3.2.1.1 Los 14 puntos de la Ruta Deming:**

1. Crear perseverancia con el propósito de mejorar productos y servicios con la meta de ser competitivos, mantener el negocio y generar empleos. El proceso de negocio empieza con el cliente. De hecho, si no se inicia con el cliente, muchas veces acaba con el cliente de forma abrupta. La perseverancia en el propósito afecta a las oportunidades de mañana.

De acuerdo con el doctor Deming "¿Sabía usted que el hacer mejor su esfuerzo, no es suficiente?". Debe saber que hacer y luego haga el mejor esfuerzo.

2 .Adoptar la nueva filosofía. Estamos en una nueva era económica creada por el Japón. La administración occidental debe despertar al reto, debe conocer sus responsabilidades y asumir el liderazgo del cambio. Cualquier cosa que requiera que usted abandone algunas de las premisas que ha sostenido como dogma durante largo tiempo es sumamente difícil.

3.-Deje de depender de la inspección para lograr la calidad. Elimine la necesidad de inspeccionar masivamente, poniendo desde el principio la calidad en el producto. El uso del proceso de prevención, incorpora la retroalimentación del proceso mismo, así como del cliente, para modificar las entradas al proceso usando la prevención de defectos, ésta es una mejoría sobre la detención de defectos. El énfasis está en la administración de las salidas no necesariamente en el proceso, con estos dos enfoques usted puede ser capaz de hacerlo "bien y a la primera".

4.-Mejorar de manera constante y permanente el sistema de producción y servicio, con el fin de alcanzar la calidad y la productividad, y reducir así, continuamente los costos. El proceso de mejora continua es una espiral, cuyo centro y blanco es el cliente. Se puede decir que el mejoramiento es posible debido a que el ciclo Deming forma parte integral del proceso.

5.-Elimine barreras que le quiten al trabajador su derecho a sentir orgullo por su trabajo. La responsabilidad de los supervisores debe cambiar para que en lugar de dar importancia a cifras escuetas, más bien enfatice el logro de la calidad. Elimine las barreras que arrebatan a los empleados administrativos o de ingeniería su derecho a sentir orgullo por su trabajo, esto significa llegar a un acuerdo entre las partes para abolir las evaluaciones de desempeño y la administración por objetivos.

6.-Destierre temores para que todos puedan trabajar con mayor eficacia para la compañía. El temor esta en todos lados y se presenta en diferentes formas.

7.-Destruya las barreras entre departamentos. El personal de investigación, diseño, ventas y producción debe trabajar como equipo para prever los problemas de producción y de uso que puedan surgir en el producto o servicio. Definir operativamente las necesidades y las expectativas esenciales de los consumidores, para que todo mundo entienda como está contribuyendo al éxito en la organización, es un paso firme para derribar las barreras.

8.-Elimine lemas, exhortos y objetivos que pidan a los trabajadores cero defectos y nuevos niveles de productividad. La motivación y conciencia del personal contribuyen a limitar la variabilidad por las personas en un proceso.

9.-Elimine estándares de trabajo (cuotas) en los pisos de producción. Sustitúyalos por liderazgo. Elimine la administración por objetivos. Elimine la administración por números u objetivos numéricos. Los estándares de trabajo tienden a limitar la cantidad de mejoras que pueden lograrse. Del mismo modo que las tolerancias de ingeniería.

10.-Instituya el liderazgo. El propósito de liderazgo debe hacer ayudar al personal, máquina y aparatos hacer un mejor trabajo. La supervisión a los trabajadores de producción. Los supervisores de línea realizan tal vez, el trabajo más difícil en cualquier organización. Es gente que no pertenece a ningún lado, la gente a quienes supervisa no los considera como uno de ellos y la gerencia realmente no los considera como parte del equipo gerencial.

11.-Instituya la capacitación en el trabajo.

12.-Instituya un programa vigoroso de educación y superación personal. La gerencia reconocerá la necesidad de educar y volver a capacitar al personal cuando se dé cuenta que la gente es un activo y no un gasto.

13.-Acabe con la práctica de cerrar el trato con base en el precio. En vez de esto reduzca al mínimo el costo total. Evolucione hacia proveedores únicos para cualquier insumo en una relación a largo plazo con sus proveedores, fincada en la lealtad y la confianza. Si lo que quiere es satisfacer las necesidades de sus clientes a un precio que ellos estén dispuestos a

pagar, debe empezar por establecer relaciones a largo plazo con sus proveedores, animándolos a adoptar la filosofía de la mejora continua.

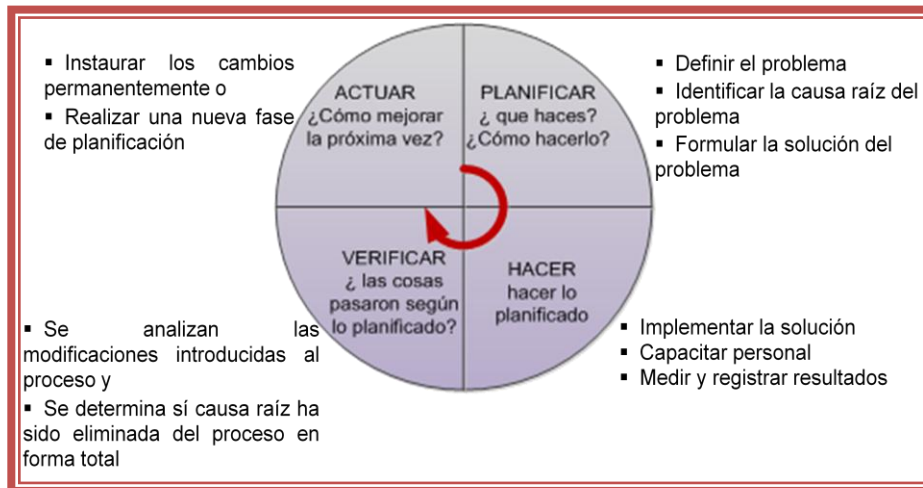
14.-Que todos en la organización trabajen para lograr la transformación es trabajo de todos.

El **Principio Deming**, establece que aproximadamente el 85% de los problemas en cualquier operación pueden ser provocados directamente por el sistema, solo el 15% son causas especiales atribuibles al trabajador o máquinas. (Deming, 1982).

### 3.2.1.2 Ciclo Deming.

El ciclo Deming establece los pasos que se siguen para buscar la mejora de cualquier actividad o proceso, tal como se ilustra en la figura 2:

Figura 2: Ciclo de mejora de Deming.



Fuente: (Scher, 1997).

### 3.2.2 Kaouru Ishikawa.

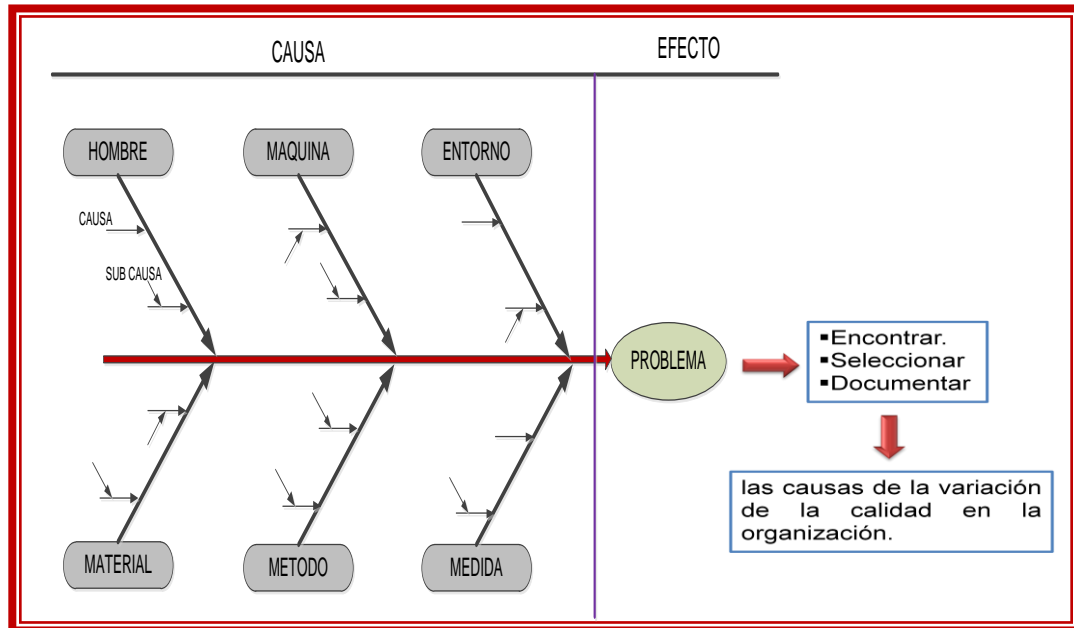
Teórico de la administración de empresas japonés, experto en el control de calidad. Se licenció en Químicas por la Universidad de Tokio en 1939. De 1939 a 1947 trabajó en la industria y en el ejército.

En 1943 desarrollo el primer diagrama causa-efecto (ver figura 3) para asesorar a un grupo de ingenieros de una industria japonesa.



Fue el primero que utilizó el término “Control Total de la Calidad” (TQC) en Japón. Observo que los círculos de calidad eran más importantes para la industria de servicio que para la de manufactura

Figura 3: Diagrama de Pescado o de Causa – Efecto.



Fuente: Gutiérrez, 2005

### 3.2.3 Philip B. Crosby.

La filosofía de Crosby se desenvuelve a través de cuatro pilares que son:

- Definición de la calidad: calidad es cumplir con los requisitos
- Sistema de prevención y no de detección
- Norma de desempeño: cero defectos
- Medición de la calidad a través de los costos de calidad. La calidad no cuesta. No es un regalo, pero es gratuita. Lo que cuesta dinero son las cosas que no tienen calidad todas las acciones que resultan de no hacer bien las “cosas” a la primera vez”.

Toda la organización aplica que la administración por calidad atraviesa por seis etapas de cambio llamadas *las 6C's*:

1. Comprensión.
2. Compromiso.
3. Competencia.
4. Comunicación.
5. Corrección.
6. Continuidad.

### 3.2.4 Genichi Taguchi

Función de pérdida: la calidad se debe definir en forma monetaria por medio de la función de pérdida, en donde a mayor variación de una especificación con respecto al valor nominal, mayor es la pérdida monetaria transferida al consumidor (Goetsch y Stanley, 2003).

### 3.2.5 Shigeo Shingo.

Es posiblemente más conocido por sus contribuciones al área de la optimización de la producción que a la calidad total. Sin embargo el principal argumento de su filosofía es que una de las principales barreras para la optimización de la producción es la existencia de los problemas de calidad. Su método **SMED** (cambio rápido de instrumental) funciona óptimamente si se cuenta con un proceso de “cero defectos”, para lo cual propone la creación de sistemas *poka-yoke* (a prueba de errores).

El sistema **Poka-Yoke** consiste en la creación de elementos que detecten los defectos de producción y lo informen de inmediato para ir a la causa del problema y evitar que vuelva a ocurrir.

*Cinco S's*: es posible organizar la estación de trabajo recurriendo a la técnica japonesa de Ciclo de las **5S's** (ver figura 4):

1. Selección (*Seri*). Distinguir lo que es necesario de lo que no.
2. Orden (*Seiton*). Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.

3. Limpieza (*Seiso*). Establecer métodos para mantener limpio el lugar de trabajo.
4. Estandarización (*Seiketsu*). Establecer métodos y estándares que sean fáciles de seguir.
5. Sostener o Mantener (*Shitsuke*). Establecer mecanismos para hacerlo un hábito.

Figura 4. Ciclo de las 5S's.



Fuente: Beckford, 2002.

### 3.2.6 Jan Carlzon.

Es el creador del concepto “momentos de la verdad”, a partir del cual desarrolló un programa de administración de la calidad para empresas de servicio.

Estos momentos de verdad son intervalos en los que los empleados de una organización tienen contacto con sus clientes para realizar la entrega de un servicio, durante estos momentos la compañía se pone a prueba, ya que su imagen depende de la capacidad del empleado para satisfacer las necesidades del cliente y causar buena impresión.

En su estrategia de calidad se documentan todos los pasos que el ciclo sigue para recibir el servicio, desde el punto de vista del cliente, a éste se le llama “el ciclo de servicio” en el

que se identifican los momentos de verdad que pueden presentarse, quien está a cargo en esos momentos y que necesita saber o decidir para asumir responsabilidades.

Al proceso de transferir la autoridad de tomar decisiones sobre las políticas y reglamentos de la organización le llamó “*empowerment*”, según Carlzon todos los empleados necesitan sentir y saber que son necesarios, por lo que la motivación resulta pieza clave para alcanzar la calidad (Feigenbaum, 2005).

### **3.2.7 Joseph M. Juran.**

*Teoría de la gestión de calidad:* se enfoca con la utilización de la Campaña de la aceptación del sistema de muestreo, planes de inspección, y las gráficas de control; así como la creación organizada de un cambio, ventajoso; el logro de unos niveles sin precedente del comportamiento.

Las mejoras son en forma de:

- Desarrollo de nuevos productos para sustituir modelos antiguos.
- Adopción de nueva tecnología.
- Reducción de los procesos para reducir índices de error.

**La Trilogía de Juran:** se compone de tres procesos de gestión: la planificación, el control de la calidad y la mejora de la calidad.

### **3.2.8 Elementos comunes de las diferentes filosofías.**

Aún cuando algunos enfoques de los especialistas difieren respecto a la creación de organizaciones eficientes, todos ellos se basan a los mismos elementos clave (Gryna y Juran, 1997):

- ✓ Determinar quiénes son sus clientes.
- ✓ Precisar los factores críticos para el éxito para responder a los clientes.
- ✓ Establecer procesos efectivos para generar productos de calidad.
- ✓ Enfocarse en la medición y mejora de los procesos y desarrollar métodos para evaluarlos.

- ✓ Desarrollar en las posiciones de dirección, el nivel de compromiso y participación necesarios para alcanzar el éxito organizacional.

### **3.3 DEFINICIÓN DE CALIDAD.**

La Calidad puede ser definida como *“la totalidad de los rasgos y características de un producto o servicio que se sustenta en su habilidad para satisfacer las necesidades y expectativas del cliente, y cumplir con las especificaciones con la que fue diseñado”* (Deming, 1986).

Sin embargo existen diferentes definiciones de la calidad desde diferentes perspectivas como son:

- ***Perspectiva de producto***

La calidad es diferenciarse cualitativa y cuantitativamente respecto de algún atributo requerido, esto incluye la cantidad de un atributo no cuantificable en forma monetaria que contiene cada unidad de un tributo.

- ***Perspectiva de usuario***

La calidad implica la capacidad de satisfacer los deseos de los consumidores. La calidad de un producto depende de cómo éste responda a las preferencias de los clientes, por lo que se dice que la calidad es adecuación al uso.

- ***Perspectiva de producción***

La calidad puede definirse como la conformidad relativa con las especificaciones, a lo que al grado en que un producto cumple las especificaciones del diseño, entre otras cosas, mayor su calidad.

- ***Perspectiva de valor***

La calidad significa aportar valor al cliente, esto es, ofrecer unas condiciones de uso del producto o servicio superiores a las que el cliente espera recibir y a un precio accesible. También, la calidad se refiere a minimizar las pérdidas que un producto pueda causar a la sociedad humana mostrando cierto interés por parte de la empresa a mantener la satisfacción del cliente (Ghare, 1990).

El concepto actual de Calidad ha evolucionado hasta convertirse en una forma de gestión que introduce el concepto de mejora continua en cualquier organización y a todos los niveles de la misma, y que afecta a todas las personas y a todos los procesos.

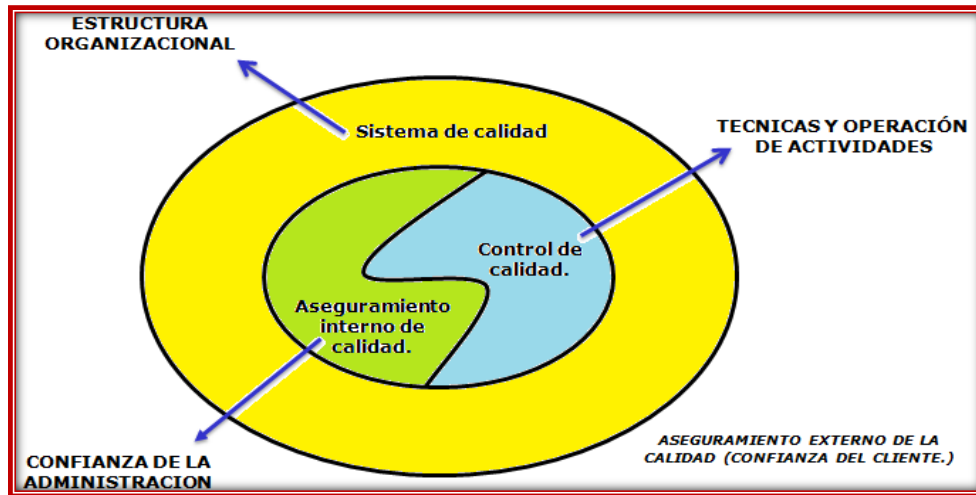
Existen diversas razones objetivas que justifican este interés por la calidad y que hacen pensar que las empresas competitivas son aquellas que comparten, fundamentalmente, estos tres objetivos:

1. Buscar de forma activa la satisfacción del cliente, priorizando en sus objetivos la satisfacción de sus necesidades y expectativas (haciéndose eco de nuevas especificaciones para satisfacerlos).
2. Orientar la cultura de la organización dirigiendo los esfuerzos hacia la mejora continua e introduciendo métodos de trabajo que lo faciliten.
3. Motivar a sus empleados para que sean capaces de producir productos o servicios de alta calidad (Conti, 1993).

### **3.3.1 Evolución del concepto de Calidad.**

- *CONTROL DE LA CALIDAD*. Comprende todas las técnicas preestablecidas y sistemáticas destinadas a dar confianza al cliente, proporcionándole la prueba de que los procesos se dominan para satisfacer las exigencias relativas a la calidad.
- *ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD*. La administración de la calidad es responsabilidad de la alta dirección involucra a todas las personas, actividades y procesos. Incluye la planeación estratégica, la asignación de recursos y otras actividades sistemáticas para la calidad tales como la planeación de la calidad, operaciones y evaluación.
- *SISTEMA DE CALIDAD*. Es un conjunto de:
  - Recursos tecnológicos humanos y materiales disponibles para la empresa.
  - Es la estructura organizacional, de las responsabilidades, de los procedimientos y de las normas definidas para su utilización.

Figura 5. Evolución de la Calidad.



Fuente: (Besterfield, 2004).

### 3.3.2 Garantía de calidad.

La garantía de calidad es la esencia misma del control de calidad. Las empresas japonesas se han guiado por el principio de "calidad primero". Al ocuparse de garantía de calidad, se debe tener en cuenta lo siguiente:

1. La empresa debe garantizar una calidad acorde a los requisitos de los consumidores.
2. Debe expresar igual interés en el caso de productos de exportación.
3. Los altos ejecutivos deberán reconocer la importancia de la garantía de calidad y asegurar que toda la empresa dé el máximo para alcanzar esta meta común.

### 3.3.3 Principios de la garantía de calidad.

Dentro de una empresa, la responsabilidad por la garantía de calidad corresponde a las divisiones de diseño y manufactura, y no a la inspección. Esta última simplemente inspecciona a los productos desde el punto de vista de los clientes, pero no asume la responsabilidad por la garantía de calidad.

Históricamente la garantía de calidad cumplió las siguientes etapas:

- Garantía de calidad orientada hacia la inspección
- Garantía de calidad orientada al proceso
- Garantía de calidad con énfasis en el desarrollo de nuevos productos.

### 3.3.4 ¿Cómo expresar la calidad?

1. Determinar la unidad de garantía.
2. Determinar el método de medición.
3. Determinar la importancia relativa de las características de calidad.
4. Llegar a un consenso sobre defectos y fallas.
5. Revelar los defectos latentes.
6. Observar la calidad estadísticamente.
7. Calidad de diseño y calidad de aceptación.

### 3.3.5 Como se evalúa, controla y asegura la Calidad.

- Implementación de controles basados en controles.
- Creación de un departamento de Calidad encargado del control de calidad.
- Adquisición de compromiso para asegurar la calidad de toda la organización e implementan **Sistemas de Calidad** basados en *estándares Internacionales*.
- Implementación de nuevas técnicas (ej. Lean - Six Sigma) para mejorar continuamente el sistema de calidad y sus procesos ya sean de manufactura o de servicio (Lefcovich, 2004).

## 3.4 SISTEMAS DE CALIDAD.

Se refiere a la estructura organizacional, responsabilidades, procedimientos, proceso y recursos para aplicar la gestión de la calidad.

La adopción de un Sistema de Gestión de la Calidad basado en las ISO, surge por una decisión estratégica de la alta dirección, motivada por intenciones de mejorar su desempeño, porque están desarrollando un sistema de mejora continua para dar una guía de actuación clara y definida al personal sobre aspectos específicos del trabajo; para obtener la certificación por una tercera parte de su sistema de gestión, o por exigencias del entorno.



El Sistema de gestión de la calidad, explica los requisitos generales del Sistema de Calidad, ya que cada compañía construye su propio sistema, a la medida. Esto contempla definir los requerimientos para el control de la documentación y el control de los registros los cuales serán más o menos complejos en función del tipo de negocio y tamaño de la empresa.

Proporciona además herramientas para la implantación de acciones de prevención de defectos o problemas (procedimiento de acciones preventivas), así como de corrección de los mismos.

Incluye también los recursos, humanos y materiales, y las responsabilidades de los primeros, todo ello organizado adecuadamente para cumplir con sus objetivos funcionales.

### **3.4.1 Objetivo del Sistema de Calidad.**

La implantación de sistemas de calidad ha tenido como objetivo básico complementar los requisitos técnicos sobre los productos y/o servicios, para garantizar así que la calidad sea alcanzada de manera consistente.

### **3.4.2 Enfoque de los sistemas de la Calidad.**

Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema, contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.

Un enfoque para desarrollar e implementar un sistema de gestión de la calidad comprende diferentes etapas tales como:

- Determinar las necesidades, expectativas de los clientes y de otras partes interesadas.
- Establecer la política y objetivos de la calidad de la organización.
- Determinar los procesos y las responsabilidades necesarias para el logro de los objetivos de la calidad.
- Determinar y proporcionar los recursos necesarios para el logro de los objetivos de la calidad.
- Establecer los métodos para medir la eficacia y eficiencia de cada proceso.

- Aplicar estas medidas para determinar la eficacia y eficiencia de cada proceso.
- Determinar los medios para prevenir no conformidades y eliminar sus causas.
- Establecer y aplicar un proceso para la mejora continua del sistema de gestión de la calidad.

La familia de normas ISO 9000 corresponde a un conjunto de índices de referencia de las mejores prácticas de gestión con respecto a la calidad, que se encuentran definidos por la ISO.

Se denomina ISO a la Organización Internacional para la Estandarización, la cual es una federación de alcance mundial integrada por cuerpos de estandarización nacionales de 162 países, uno por cada país. Esta organización es de naturaleza no gubernamental establecida en 1947. La misión de la ISO es promover el desarrollo de la estandarización y las actividades relacionadas con ella en todo el mundo. ISO quiere decir en inglés *The International Organization for Standardization*, lo cual traducido a nuestro idioma quiere decir *Organización Internacional de Normalización*, esta norma fue creada con el fin de facilitar el intercambio de servicios y bienes, y para promover la cooperación en la esfera de lo intelectual, científico, tecnológico y económico. Por lo que todos los trabajos realizados por la ISO resultan en acuerdos internacionales los cuales son publicados como Estándares Internacionales.

De otra manera, la certificación es una manera de acreditar la capacidad de un organismo para ofrecer un servicio, producto o sistema de acuerdo con los requisitos del cliente y la regulación existente, utilizando un tercer certificador como intermediario (Shlickman, 2003).

A continuación, presentamos un resumen de las diferentes normas de la familia ISO relacionadas con temas de calidad:

- **ISO 9000:** *"Sistemas de gestión de calidad - Principios básicos y vocabulario"*. La norma ISO 9000 describe los principios de un sistema de gestión de calidad y define la terminología.

- **ISO 9001:** *"Sistemas de gestión de calidad - Requisitos"*. La norma ISO 9001 describe los requisitos relacionados a un sistema de gestión de calidad, ya sea para uso interno o para fines contractuales o de certificación. Por lo tanto, esta norma es un conjunto de requisitos que las compañías deben respetar.
- **ISO 9004:** *"Sistemas de gestión de calidad - Instrucciones para mejorar el rendimiento"*. Esta norma, que no está diseñada con fines contractuales sino para uso interno, se centra particularmente en la mejora constante del rendimiento (ISO 9004, 2013).
- **ISO 2859-1:** *"Procedimientos de muestreo para la inspección por atributos"*. Esta indica el Nivel de Calidad de Aceptación (AQL) (ISO 2859-1).

### **3.5 AQL "Acceptable Quality Level" (Nivel de Calidad Aceptable).**

El AQL es el porcentaje máximo o máximo de unidades de producto defectuoso que, para propósitos de inspección por muestreo, se puede considerar satisfactorio como calidad promedio de un proceso

Entendiéndolo de otra forma, AQL es un parámetro del esquema de muestreo y no se debe confundir con el promedio del proceso que describe el nivel de funcionamiento del proceso de fabricación. Se espera que el promedio del proceso vaya a ser mejor que el AQL a evitar rechazos excesivos bajo este sistema.

El AQL se usa en conjunto con la letra clave que corresponde al tamaño de la muestra, para entrar en las tablas correspondientes a los planes de muestreo para la inspección por atributos.

Cuando un consumidor especifica un valor de un AQL para un defecto o grupo de defectos, con ello indica al proveedor que su plan de muestreo de aceptación va a aceptar la gran mayoría de los lotes o partidas que presente el proveedor siempre y cuando el promedio del porcentaje de unidades de producto defectuosas (o defectos por cien unidades de producto) en esos lotes o partidas, no exceda el valor especificado para el AQL.

Por lo que el valor especificado del AQL es el porcentaje o valor de unidades de producto defectuosas (o defectos por cien unidades de producto), que el consumidor indica que es aceptada la mayoría de las veces, por el plan de inspección por muestreo que se va a usar. Los planes de muestreo que se proporcionan en esta norma están elaborados de tal manera, que la probabilidad de aceptación en el valor especificado del AQL, depende del tamaño de la muestra, siendo generalmente más grande para tamaños de muestra mayor que para pequeños, para un AQL definido. El AQL solo, no indica la protección al consumidor en lotes o partidas individuales, pero se relaciona más directamente con lo que se puede esperar de una serie de lotes o partidas. En este último caso, es necesario consultar las curvas de operación características del plan para determinar qué protección va a tener el consumidor.

**ATENCIÓN:** La designación de un AQL no implicará que el proveedor tenga el derecho de suministrar cualquier artículo no conforme.

El AQL que se va a usar debe especificarse en el contrato o establecerse por mutuo acuerdo entre proveedor y consumidor. Se pueden especificar diferentes AQL para grupos de defectos considerados en forma colectiva o para defectos individuales (Wals, 1987).

### **3.5.1 Muestreo para la Inspección por Atributos.**

**La muestra** consiste de una o más unidades de producto tomadas de un lote o partida. Estas deben tomarse estrictamente al azar, sin considerar su calidad. El número de unidades de producto en la muestra corresponde al tamaño de la misma.

Los planes de muestreo, las tablas y las gráficas para la inspección, se emplean con el fin de permitir el mutuo entendimiento sobre bases estadísticas comunes entre proveedores y compradores.

Los planes de muestreo se aplican pero no se limitan a la inspección de:

- productos terminados
- Componentes y materias prima
- Operaciones

- Materiales en proceso
- Materiales almacenados
- Operaciones de mantenimiento
- Datos y registros
- Procedimientos administrativos.

### **3.5.2 Unidad de producto.**

Es aquella que se inspecciona para su clasificación en defectuosa o no defectuosa o para contar el número de defectos que contiene. Puede ser un solo artículo, un par, un juego una longitud, un área, una operación, un volumen, un componente de un producto terminado o el producto terminado mismo. La unidad de producto puede o no ser la misma unidad de compra, surtimiento, producción o embarque.

### **3.5.3 Tipos de Muestreo.**

Un plan de muestreo significa reglas particulares por medio de las cuales un lote se va a inspeccionar y a dictaminar

#### **3.5.3.1 Muestreo Sencillo.**

Un plan de muestreo sencillo se describe por tres números: el tamaño de la muestra, el número de aceptación y el número de rechazo, la forma de operar del plan es: extraer del lote, al azar, el número de unidades de producto requerido para completar el tamaño de la muestra. La muestra se inspecciona y se cuenta el número de defectuosos encontrados. Si el número de defectuosos es menor que, o igual al número de aceptación, se acepta el lote completo, a excepción de cualquier unidad de la muestra que al encontrarse defectuosa, podría ser rechazada. Si por el otro lado, el número de defectuosos es mayor que, o igual al número de rechazo, se rechaza el lote completo. Puesto que, en un plan de muestreo sencillo, el número de rechazo es siempre una unidad más que el número de aceptación. Siempre se obtiene una decisión de aceptación o rechazo del lote.

### **3.5.3.2 Muestreo Doble.**

El muestreo doble es un sistema en el cual se toma una primera muestra que es menor que la podría ser tomada para un muestreo sencillo. Si la calidad de la primera muestra es suficientemente buena o suficientemente mala, el lote puede ser aceptado o rechazado inmediatamente. Solamente en el caso intermedio se toma una segunda muestra y se examina para decidir si se acepta o rechaza el lote.

### **3.5.3.3 Muestreo Triple.**

El principio del muestreo múltiple es el mismo del muestreo doble excepto que pueden necesitarse más de dos muestras (Epprecht y Costa, 2001).

La comparación entre tipos de muestreo se puede hacer de acuerdo a:

- a) Simplicidad
- b) Tamaño promedio de la muestra
- c) Variabilidad en el tamaño de la muestra
- d) Facilidad de extraer unidades de la muestra
- e) Duración de la prueba

### **3.5.4 Inspección.**

Es el proceso de medición, examen, prueba, o de alguna otra forma de comparación de la unidad de producto bajo consideración con respecto a las especificaciones establecidas. El objetivo de la inspección para la aceptación es la de decidir si una partida de producto debe o no ser aceptada, habiéndose fijado de antemano algunas características que definan el plan de muestreo entre las que se encuentran el nivel de calidad aceptable, la calidad límite y los riesgos del producto y del consumidor.

Existen tres posibles formas de seleccionar artículos para inspección:

- a) *Inspección 100% en la cual se examinan todos los artículos producidos*

El método puede ser una labor sumamente laboriosa. Es muy costosa y se sabe que no siempre es completamente satisfactoria. Igualmente este tipo de inspección no es posible si el método de inspección necesita de pruebas destructivas.

b) Muestreo basado en la teoría matemática de la posibilidad

El método tiene la desventaja comparada con la inspección 100%, es que algunos de los artículos producidos no serán inspeccionados. El productor debe procurar que la calidad de su producto sea la correcta, de otra manera se expondrá a más problemas y costos con el rechazo de lotes. El resultado es que este método puede a menudo conducir a menos trabajo de inspección, menor costo y buena calidad para el consumidor.

c) Muestreo porcentual (verificación aleatoria ocasional.)

El método no se recomienda porque conduce a riesgos no calculados, y a menudo a altos riesgos injustificados; además no tiene base lógica para aceptar o rechazar el producto.

#### **3.5.4.1 Tipos de Inspección.**

Existen varios esquemas, pero sólo uno será considerado en detalle. No debe interpretarse como si los otros no fuesen importantes; lo que sucede es que el propósito principal de este es ayudar a usar las tablas de muestreo por atributos para poder alcanzar el objetivo del trabajo.

1. **Inspección por Atributos.**- Es la inspección bajo la cual simplemente se clasifica a la unidad de producto como defectuosa o no defectuosa o se cuenta el número de defectos que contiene con respecto a las especificaciones establecidas.
2. **Inspección Continua o lote por lote.**- El método lote por lote supone que los artículos para inspección deben ofrecerse no en forma individual, sino en grupos. Dicho grupos de artículos se llama “lote”. De cada lote se extrae una muestra y se inspecciona, como resultado se emite un dictamen del lote. Cada lote es tratado más o menos como unidad independiente aunque la regla para el dictamen, pueden variar algunas veces de acuerdo a los resultados de lotes vecinos.

3. **Inspección aislada o en secuencia.**- Si en el momento de la producción se va a ofrecer una secuencia de lotes, el resultado de la inspección de los primeros lotes estará disponible antes de la fabricación de los últimos lotes. Es por lo tanto posible que la inspección puede influenciar la calidad de la producción. Por otro lado la inspección puede ser justamente un lote aislado, unos pocos lotes aislados, o de lotes almacenados en el momento en que la producción ha terminado. Bajo estas circunstancias, no hay posibilidad de que la producción pueda influenciar la calidad a ofrecerse.
4. **Inspección interna o externa.**- El término inspección interna se utiliza para indicar inspección por un fabricante de su propio producto, esto puede usualmente ser considerado como un ejercicio de la economía; estos costos permiten reducir al mínimo los costos totales, por balancear los costos de posibles decisiones equivocadas contra los costos de inspección.

#### **3.5.4.2 Tipos de Planes de Inspección.**

- ✓ **Normal:** Se usa para asegurar una alta probabilidad de aceptación cuando la calidad del proceso es superior al AQL y no hay porque sospechar que el proceso no tiene un nivel aceptable.
- ✓ **Rigurosa:** Se usa cuando el criterio de aceptación es más estricto que en la inspección normal. Se determina este, cuando la inspección de lotes anteriores consecutivos indican que la calidad del proceso es inferior al AQL.
- ✓ **Reducida:** Cuando existe evidencia de que la calidad de la producción es mejor que el AQL en forma consistente se pueden utilizar un plan de muestreo cuyo tamaño de muestra es de 2/5 partes del correspondiente a inspección normal.

Así pues podemos decir que el objetivo del método de muestreo de la inspección para la aceptación es la de decidir si un lote de producto debe o no ser aceptado, habiéndose fijado de antemano las características que definan el plan de muestreo (nivel de calidad aceptable).



### 3.5.4.3 Nivel de Inspección.

Esta se define como la relación que hay del tamaño de lote y el tamaño de la muestra

**Tamaño de lote grande**  **tamaño de muestra mayor**

Existen tres niveles generales: I, II, III

- ✓ **Nivel I** se usa cuando se requiere menos desecho
- ✓ **Nivel II** será utilizado a menos de que se indique otro nivel
- ✓ **Nivel III** se usa cuando se puede desechar una mayor cantidad



Fuente: Autores Military Standard Escuela Organizacional Industrial, 1950.

Tabla A. Código de letras para determinar el tamaño de muestra (Según ISO 2859).

Tamaño del lote	Nivel General de Inspección			Nivel Especial de Inspección			
	1	2	3	S1	S2	S3	S4
2 a 8	A	A	B	A	A	A	A
9 a 15	A	B	C	A	A	A	A
16 a 25	B	B	D	A	A	B	B
26 a 50	C	D	E	A	B	B	C
51 a 90	C	E	F	B	B	C	C
91 a 150	D	F	G	B	B	C	D
151 a 280	E	G	H	B	C	D	E
281 a 500	F	H	J	B	C	D	E
501 a 1200	G	J	K	C	C	E	F
1201 a 3200	H	K	L	C	D	E	G
3201 a 10000	J	L	M	C	D	F	G
10001 a 35000	K	M	N	C	D	F	H
35001 a 150000	L	N	P	D	E	G	J
150001 a 500000	M	P	Q	D	E	G	J
500001 en adelante	N	Q	R	D	E	H	K

Tabla B. Nivel de Calidad Aceptada para el Nivel General de Inspección (Según ISO 2859).

Letra	Tamaño de la muestra	0.065 Ac Re	0.1 Ac Re	0.15 Ac Re	0.25 Ac Re	0.4 Ac Re	0.65 Ac Re	1.0 Ac Re	1.5 Ac Re	2.5 Ac Re	4.0 Ac Re	6.5 Ac Re
A	2											0 1
B	3											0 1
C	5											0 1
D	8											0 1
E	13											1 2
F	20											2 3
G	32											3 4
H	50											5 6
J	80											7 8
K	125											9 10
L	200											11 12
M	315											13 14
N	500											15 16
M	800											17 18
P	1250											19 20
Q	2000											21 22

 Utilice la primera cifra de indicacion de muestreo por encima de esta flecha.  
 Utilice la primera cifra de indicacion de muestreo por debajo de esta flecha.  
 Ac Cantidad aceptable.  
 Re Cantidad de rechazo.

### 3.6 CLASIFICACIÓN DE DEFECTOS.

Es la lista de posibles defectos que puede contener la unidad de producto, clasificados de acuerdo a su importancia. Defecto es cualquier discrepancia o inconformidad de la unidad de producto, con respecto a las especificaciones establecidas. Los defectos se agrupan usualmente en una o más de las clases que se mencionan a continuación; sin embargo, estos también se pueden agrupar en otras clases o subclases dentro de las mismas.

### 3.6.1 Defecto crítico.

Es un defecto en el cual el criterio y la experiencia indican que tiene grandes probabilidades de producir condiciones peligrosas o inseguras para las personas que usen el producto, le den servicio o dependan de él. También es aquel en el cual el criterio y la experiencia indican que tiene grandes probabilidades de impedir el funcionamiento o el desempeño de la función primordial de un producto terminado.

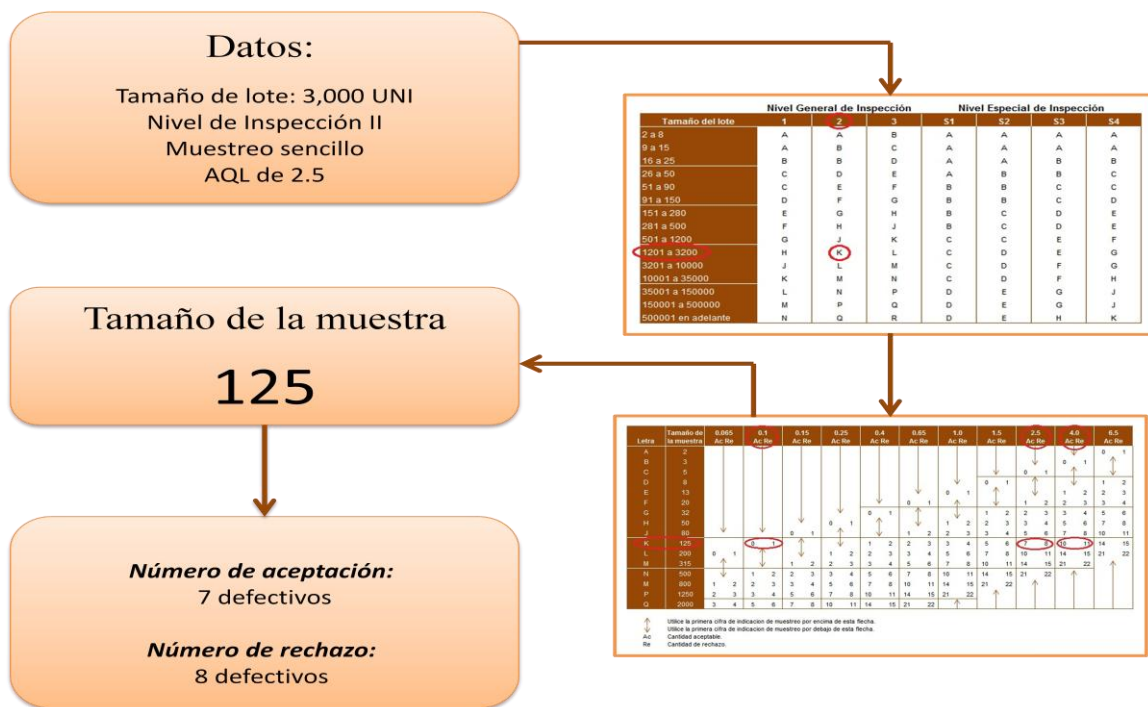
### 3.6.2 Defecto mayor.

Es un defecto que, sin ser crítico, tiene grandes probabilidades de provocar una falla o reducir en forma drástica la utilidad de la unidad de producto para el fin al que se le destina.

### 3.6.3 Defecto menor.

Es un defecto que representa una desviación con respecto a los requisitos establecidos y que no tiene una influencia decisiva en el uso efectivo o en la operación de la unidad de producto, o sea que no tiene grandes probabilidades de reducir en forma drástica la posibilidad de uso para el fin al que se le destina (Amor, 1991).

### 3.6.4 Ejemplo de Plan de muestreo:



### 3.7 VARIABILIDAD DE PROCESOS Y GRAFICAS DE CONTROL

**Proceso Productivo.-** Un proceso es la sucesión de diferentes fases o etapas de una actividad. También se puede definir como el conjunto de acciones sucesivas realizadas con la intención de conseguir un resultado en el transcurso del tiempo.

En un proceso de producción es necesaria una serie de operaciones sobre los materiales con la ayuda de ciertos medios técnicos (herramientas y máquinas) y se necesitan personas con ciertas habilidades y saberes. Por lo tanto, un proceso de producción es el conjunto de operaciones que integra un ciclo de transformación.

El proceso de producción consta de tres elementos:

- ✓ *Insumos:* material inicial que se incorpora al proceso para su transformación.
- ✓ *Producto:* resultado final de un sistema de producción.
- ✓ *Operaciones:* etapas del proceso de transformación necesarias para convertir insumos en productos terminados.

La variabilidad de proceso se logra con la aplicación de métodos de control estadísticos para obtener y procesar datos que sirvan de base para tomar decisiones sólidas en el contexto de la variación. Mientras cada proceso muestra una variación, algunos procesos muestran variaciones controladas naturales dentro del proceso (causas comunes de variación), otros muestran variaciones descontroladas que no están siempre presentes en el proceso causal (causas especiales de variación), ver figura 6 (Hamanda, Micheael, 2002).

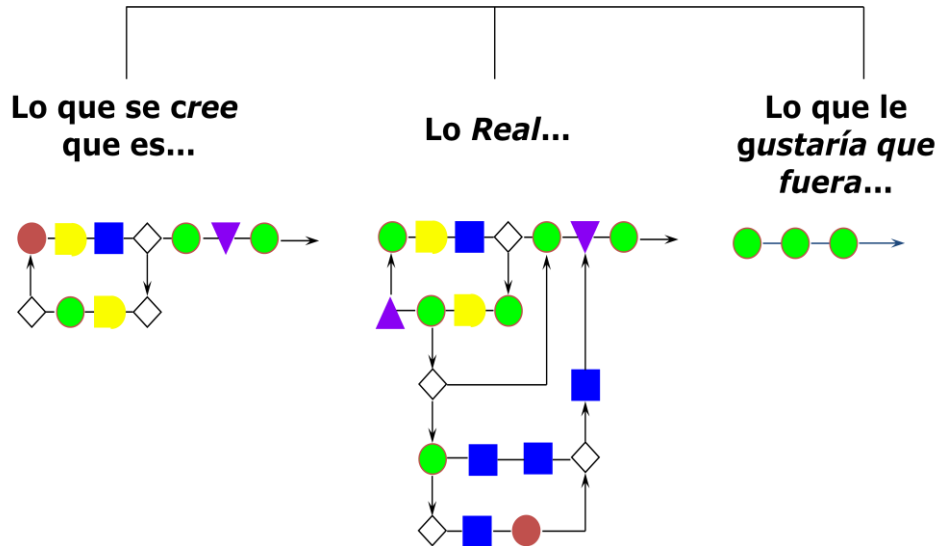
Figura 6. Mapeo y Gráfico de Control de la variabilidad de Proceso.



### 3.7.1 Versiones de proceso.

Cuando menos existen 3 visiones que se creen de un proceso normalmente:

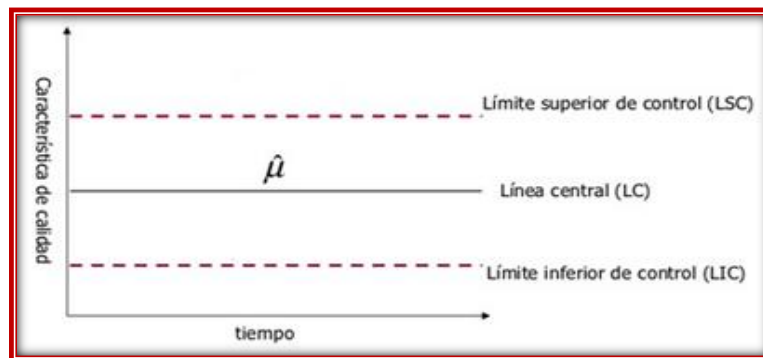
Figura 7. Versiones de Proceso.



### 3.7.2 Gráficas de Control.

La aplicación de técnicas estadísticas al control está basada en el estudio y evaluación de la variabilidad existente en cualquier tipo de proceso que es principalmente el objeto de la Estadística. Los Gráficos de Control están basados en la observación de la presencia o ausencia de una determinada característica, o de cualquier tipo de defecto en el producto, servicio o proceso en estudio.

Figura 8. Gráfico de Control.



*Donde el tiempo representa la muestra o subgrupo.*

### 3.7.3 Características principales del Gráfico de Control.

A continuación se comentan una serie de características que ayudan a comprender la naturaleza de la herramienta (Carot, 1998).

1. **Comunicación.**- Simplifican el análisis de situaciones numéricas complejas.
2. **Impacto visual.**- Muestran de forma clara y de un "vistazo" la variabilidad del resultado de un proceso, respecto a una determinada característica, con el tiempo.
3. **Sencillez.**- La naturaleza de los datos necesitados permite recogerlos y tratarlos de forma simple y rápida.
4. **Aplicabilidad.**- Los Gráficos de Control por Atributos se pueden utilizar para cualquier tipo de proceso, producto o servicio y característica de los mismos, sea esa medible o no.

### 3.7.4 Gráficas de control para atributos.

Las gráficas de control por atributos están basada en decisiones de aceptación o de la no aceptación, la cuales se pueden aplicar en cualquier operación donde se recolectan datos y que se pueden establecer para una característica de calidad o para muchas.

### 3.7.5 Utilidad, Ventajas y Desventajas de Grafico de Control por atributos.

- ✓ Utilidad:
  - Muestra el comportamiento de un proceso.
  - Identifica las causas de variación especiales (procesos fuera de control).
  - Monitorea las variables claves de un proceso de manera preventiva.
  - Indicar cambios fundamentales en el proceso.
- ✓ Ventajas:
  - Resume varios aspectos de calidad del producto; es decir si es aceptable o no.
  - Son fáciles de entender.
  - Provee evidencias de problemas de calidad.

✓ Desventajas:

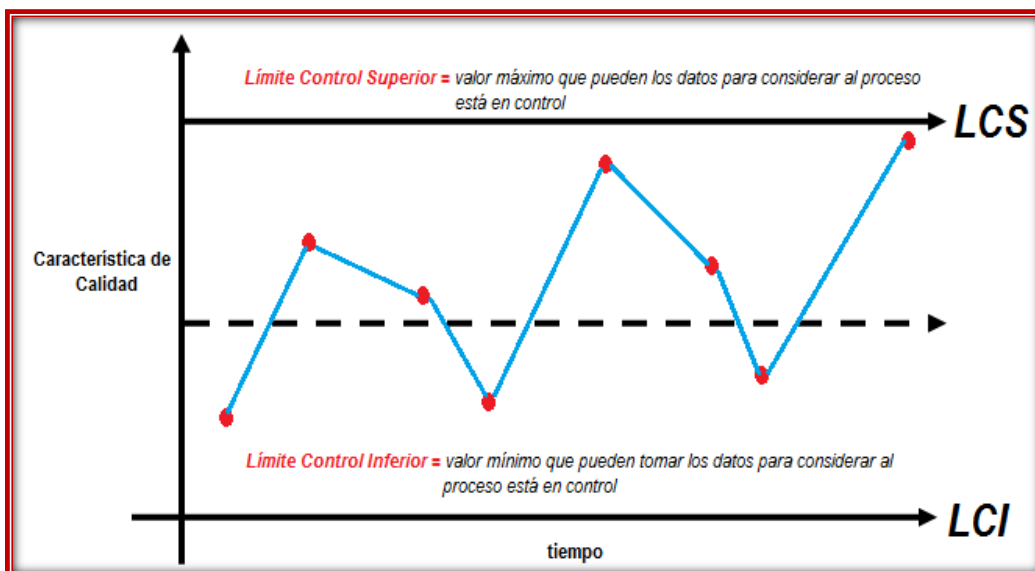
- Interpretación errónea por errores de los datos o los cálculos utilizados.
- El hecho de que un proceso se mantenga bajo control no significa que sea un buen proceso, puede estar produciendo constantemente un gran número de no conformidades.
- Controlar una característica de un proceso no significa necesariamente controlar el proceso. Si no se define bien la información necesaria y las características del proceso que deben ser controladas, tendremos interpretaciones erróneas debido a informaciones incompletas.

### 3.7.6 Límites de control Superior e Inferior.

Si los límites superior e inferior se encuentran dentro del rango establecido por los límites de las especificaciones, significa que el proceso analizado satisface completamente al cliente.

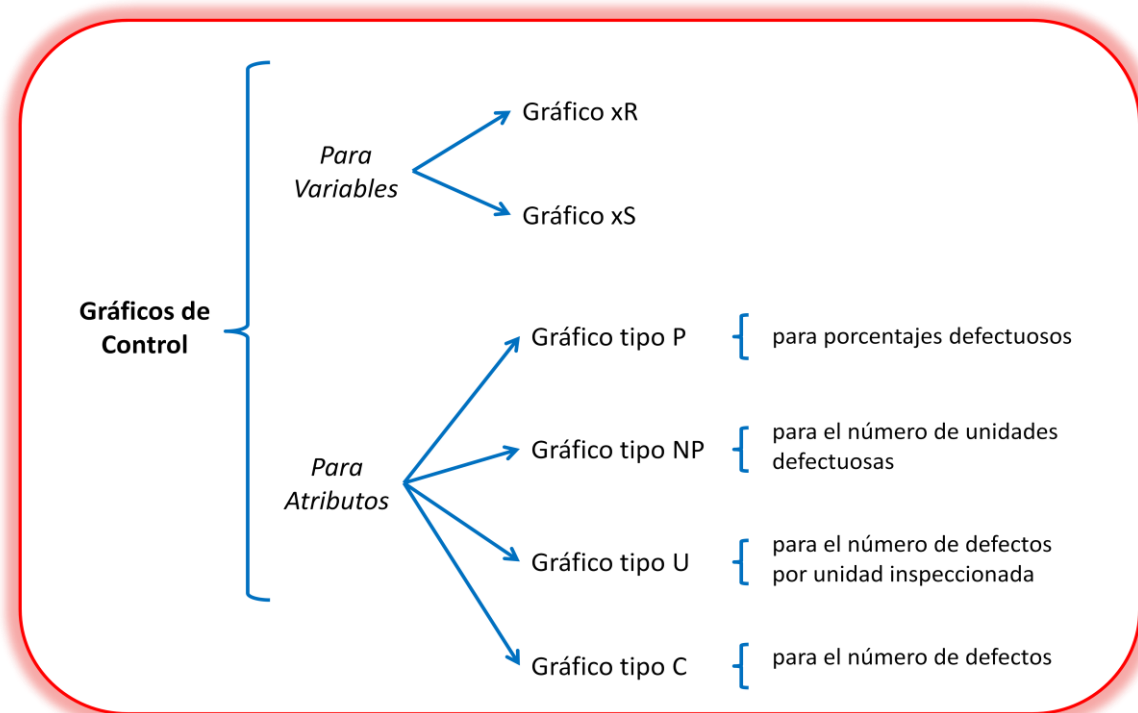
Caso contrario, si uno o ambos límites se encuentran fuera del rango establecido por las especificaciones, límite superior e inferior, significa que la diferencia entre los límites inferiores y superiores representan los productos defectuosos que se están obteniendo con el proceso (Juran, 1989).

Figura 9. Límites de Control.



### 3.7.7 Tipos de Gráfico de control.

Figura 10. Tipos y descripción de Gráficos de Control.



Como se observa en la Figura 10 existen dos clases de gráficos: los gráficos de **control por variable** los cuales hacen uso de estadísticos obtenidos a partir de datos tales como longitud o grosor de un elemento, mientras que los gráficos de **control por atributos** se basan en frecuencias tales como el número de unidades defectuosas. Así, los gráficos de control por variables es posible medir la característica de calidad a estudiar.

Los gráficos de control por variables son más “sensibles” que los gráficos de control por atributos, razón por la cual son capaces de “avisarnos” de posibles problemas de calidad antes de que éstos sean ya relevantes. Por su parte, los gráficos de control por atributos tienen la ventaja de sintetizar de forma rápida toda la información referida a los diferentes aspectos de calidad de un producto, ya que permiten clasificar éste como aceptable o inaceptable; además, no suelen necesitar de sistemas de medición muy complejos (Navidi, 2006).



De acuerdo a lo anterior, la aplicación del sistema de calidad al envasado de café soluble, es para garantizar la inocuidad, calidad y seguridad del producto; ya que las roturas del envase de vidrio son un peligro potencial de contaminación si estas cayeran dentro del producto; es decir, presencia de cuerpos extraños dentro del producto y con posible destino hacia el consumidor final.

De esta manera abordaremos información general del procesamiento del café soluble, los materiales de envase y embalaje dentro de la industria de alimentos, profundizando un poco en la parte del envase de vidrio ya que es un material primario para la elaboración de nuestro producto.

### **3.8 EL CAFÉ.**

#### **3.8.1 El café, proceso de transformación y envasado como café soluble.**

El café es una semilla del “cafeto”, sus hojas son verdes sus flores son blancas y sus frutos son rojos conocidos como “cereza” por su color y forma cuando se encuentra en un estado de madurez, contiene en su interior dos granos semiesféricos de café enfrentados entre sí por la parte plana y rodeados de una “piel plateada” semitransparente, un pergamino, la pulpa y la cáscara (Pendergrast, 2002).



### 3.8.2 Tipos de café y sus características.

Cuadro 1. Características del grano de Café Arábica y Robusta.

ARÁBICAS	ROBUSTA
Granos alargados	Granos redondeados
Color de los granos crudos verde	Color del grano más oscuro y menos uniforme
Sabor ligeramente ácido y limpio	Sabor neutro, sucio, terroso, mas cuerpo
Aromáticos	No aromáticos
Contenido de cafeína hasta de 1%	Contenido de cafeína de hasta 2%
Mayor contenido en aceites y en azúcares	Menor contenido de aceites y azúcares
Temperatura de crecimiento de 17-21°C	Temperaturas de crecimiento de 21-25°C

Fuente: Flament, y Sons, 2002.

Figura 11. Granos de Café limpio y tostado.



### 3.8.3 Proceso de café soluble.

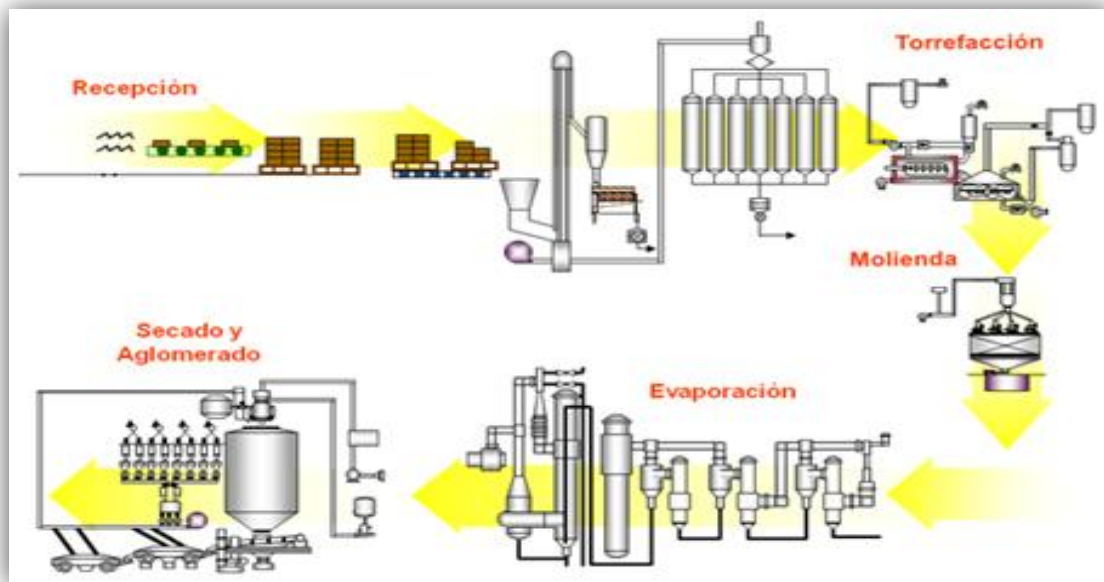
El café instantáneo es el producto del proceso de obtención de los sólidos solubles a partir del café tostado y molido, mediante una operación unitaria de Extracción Sólido - Líquido. Ver figura 11.

Se denomina café a la bebida (ver figura12) que se obtiene a partir de las semillas tostadas y molidas de los frutos de la planta de café o cafeto. La bebida es altamente estimulante, pues contiene cafeína (Maarse, Henk, 1991).

Figura 12. Bebida de café soluble.

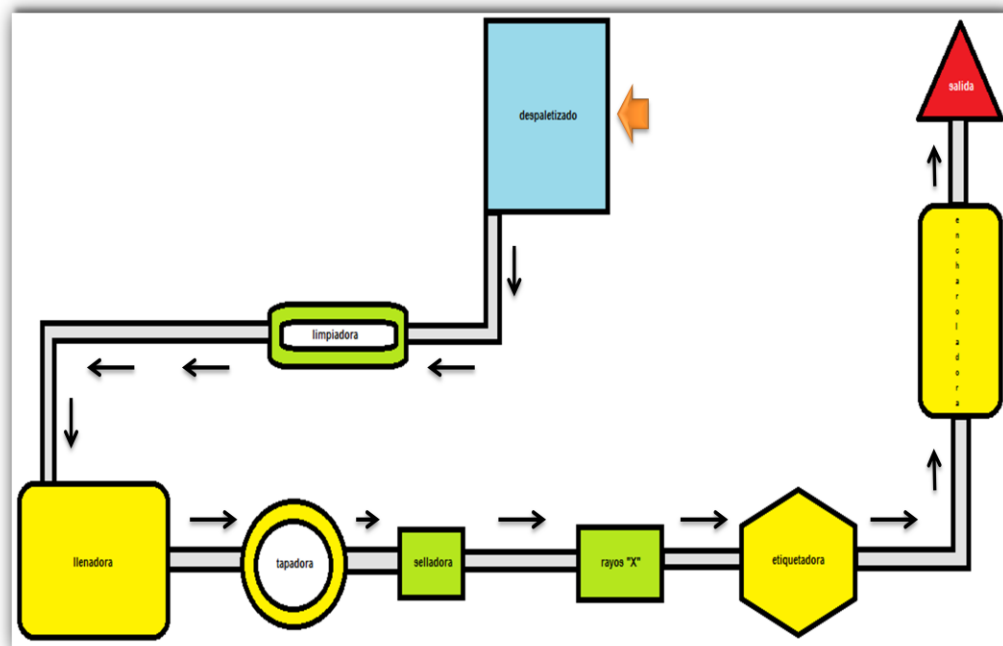


Figura 13. Proceso de elaboración de café soluble.



### 3.8.4.1 Proceso de envasado de Café soluble.

Figura 14. Proceso de envasado de café soluble.



Fuente: Documentos de archivo SGI. Industria Cafetalera, 1998.

### 3.9 ENVASE Y EMBALAJE.

El envase, a lo largo de su historia, fue variando no sólo por los materiales que comenzaron a utilizarse para su fabricación sino por la importancia que poco a poco alcanzó. En sus inicios fue considerado simplemente como un contenedor o protector pasando a ocupar un lugar asociado mucho más a la presentación del producto ya que es lo primero que se observa, a partir de ahí comunica las cualidades y los beneficios que se obtienen al consumirlo. Por eso llegó a llamársele “el vendedor silencioso”.

Sin envases y embalajes sería imposible que la mayoría de los productos comercializados fuesen distribuidos en un mercado cada vez más amplio. Por eso resulta interesante hacer un recorrido sobre la importancia que ambos presentan y la utilización que les podemos otorgar. Existe un principio en el desarrollo de los envases y embalajes, y es que no hay envases buenos o malos sino que uno será más apropiado que otro el cual depende de la naturaleza del producto que se esté fabricando.

**Envase:** Se denomina envase al contenedor que está en contacto directo con el producto mismo. Su función es guardar, proteger, conservar e identificar el producto; también facilita su manejo y comercialización.

**Embalaje:** Es la cobertura que da mayor protección y poder de manipulación a las mercancías envasadas. Su función es perfeccionar las condiciones para el almacenamiento, transporte y llegada a destino de los productos en óptimo estado. Habitualmente se dice que el embalaje es “el envase del envase”

Mientras el envase contiene al producto y promueve su identidad, el embalaje protege al envase. El envase es la protección individual de cada uno de los productos. El embalaje, la protección colectiva (por eso se lo relaciona además con el almacenamiento) (Centro INTI, 2012).

### 3.9.1 Tipos de envase.

- Por su relación con el producto a envasar se clasifican en:

1. *E. Primario*: es el que está en contacto directo con el producto, casi siempre permanece en él hasta su consumo
2. *E. Secundario*: Es el que contiene el o los envases primarios, más todos los accesorios de embalaje. Muchas veces este segundo envase se utiliza para exhibir el producto y es el que juega también un papel en la protección y en la información de sus características. Normalmente, este tipo de envase se desecha después de adquirir el producto
3. *E. Terciario* (de transporte): Es el utilizado para agrupar, manipular, almacenar y trasladar los productos. Contiene tanto envases primarios como secundarios.

- Por su vida útil, los envases se clasifican en:

1. *Retornables*: Son creados para ser devueltos al envasador, para que sean reacondicionados, limpiados adecuadamente y vueltos a llenar con el mismo producto.
2. *No Retornables o descartables*: Están pensados para un solo uso, y ser desechados luego de su utilización.
3. *Reciclables*: Son diseñados para ser reprocesados luego de su uso, obteniendo un producto similar o diferente al original. Hay una reutilización de los materiales que componen al envase. Es importante señalar que prácticamente todos los envases cumplen con esta función, lo que es un aspecto importante en el cuidado del medio ambiente.

### 3.9.2 Funciones del envase y embalaje.

Más allá de las definiciones que podamos encontrar sobre envases y embalajes, lo más importante es pensar en las funciones que queremos que tengan ya que tanto los envases como los embalajes son una suma de funciones técnicas, sociales y económicas que se pueden enmarcar en dos grandes razones: Práctica y Comunicativa

- **Práctica:** El producto debe protegerse en su recorrido desde el fabricante hasta el consumidor. El envasado asegura identificación, limpieza y además, si es adecuado al producto, evita pérdidas por evaporación, derramamiento o deterioro. El envase es el único que asegura que el producto llegue con la calidad de origen ya que tiene como fin:
  - ✓ Contener: Reduce al producto a un espacio determinado y a un volumen específico.
  - ✓ Preservar / Conservar: Otorga una barrera entre el producto y los agentes externos a él, logrando su permanencia por largo tiempo sin sufrir alteraciones en su composición química o estructura física.
  - ✓ Proteger: Cuida al consumidor y al medio ambiente del propio producto y, al mismo tiempo, aísla al producto de riesgos físicos y mecánicos durante el transporte.
  - ✓ Distribuir / Transportar: Permite que un producto sea trasladado fácilmente, impidiendo roturas y daños, y optimiza los volúmenes de carga y almacenamiento.
  - ✓ Dosificar: Da cuenta de las distintas presentaciones de comercialización ya que implica colocar un mismo producto en diferentes cantidades.
  
- **Comunicativa:** envase puede convertirse en el único elemento diferenciador dentro de un conjunto de productos similares, ya que entra en contacto con el consumidor (antes que el propio producto). Es decir, el envase debe ser la mejor carta de presentación porque es el encargado de hablar de las cualidades del producto, de su elaboración y su fecha de vencimiento; se recomienda que tenga un logo que identifique el producto y al emprendedor. Esta razón se traduce en:
  - ✓ Brindar información: sobre el contenido del envase antes de acceder al producto (tipo, cantidad, calidad, información nutricional, del establecimiento donde fue elaborado, entre otros).

- ✓ Presentar los productos a su eventual consumidor: bajo un aspecto lo más atractivo posible y en un volumen que sea conveniente para la unidad de consumo; se deben adecuar las dimensiones y formas para que el envase se adapte correctamente en los espacios de exposición.

Todas estas funciones son importantes y priorizar unas sobre otras depende de las necesidades de cada emprendedor. Incluso no siempre se debe cumplir con todas sino que debe seleccionarse de acuerdo al producto elaborado (Bachs, 1991).

### **3.9.3 Materiales y tipos de envase y embalajes.**

Los principales materiales que se utilizan para la confección de envases y embalajes son:

1. Madera
2. Vidrio
3. Metal
4. Papel y cartón
5. Plástico

Dentro de la Industria Alimentaria además de la importancia que tienen las materias primas para la elaboración de un producto terminado, el material de envase juega un importante papel en el alimento ya que el empleo de estos es vital para poder proteger, guardar y conservar los mismos.

De acuerdo a lo antes mencionado y siendo de alguna forma puntuales, a continuación estaremos abordando el tema del vidrio ya que es el material de envase primario usado en la industria donde se desarrolló el presente trabajo. El vidrio tiene incontables aplicaciones en las más variadas industrias.



### 3.10 EL VIDRIO.

Existe una gran variedad de materiales de envase, hoy en día uno de los más usados es el VIDRIO; el cual es una sustancia inorgánica, homogénea y amorfa, obtenida a través del enfriamiento de una masa en fusión (ver figura 15). Sus principales calidades son la transparencia y la dureza.

Dadas sus características de inalterabilidad, dureza, resistencia y propiedades térmicas, ópticas y acústicas, inerte, higiénico, no interfiere en el sabor de alimentos y bebidas, garantizando así la calidad original de su contenido volviéndose uno de los pocos materiales aún insustituible.

El vidrio no es un cristal sino un fluido con una muy alta viscosidad, compuesto por una mezcla de óxidos metálicos en la cual los átomos que la constituyen, se han encadenado por medio del calor para formar un sistema rígido reticular aleatorio en el que cada átomo de Silicio esta unido a cuatro átomos de Oxígeno y estos a otros átomos de Silicio con átomos de Calcio y Sodio distribuidos en la red molecular.

El color natural del vidrio es un tono verdoso, al cual se le aplican decolorantes para hacerlo cristalino y se le agregan colorantes para el vidrio de color. El vidrio coloreado puede proteger de la luz el contenido de un envase en diferentes grados dependiendo del color.

Una de las características de mayor importancia que se considera en el diseño de una formula de vidrio, es su potencial de resistencia al ataque químico, comportamiento conocido como durabilidad del vidrio. Esta resistencia se mide por la cantidad de álcali liberada (Sodio) desde el vidrio bajo condiciones específicas de presión y calor.

**Figura 15. Obtención del vidrio a través del enfriamiento de una masa de fusión.**





### 3.10.1 Propiedades del Vidrio.

**Mecánicas:** los vidrios son duros pero frágiles, es decir, no son fácilmente rayados por una punta de acero pero no resisten al golpe.

El vidrio tiene propiedades mecánicas que lo asemejan, por así decirlo, a los sólidos cristalinos (ver figura 16). Por lo tanto, no es dúctil ni maleable. No sufre deformación permanente por acción de un esfuerzo, sino que alcanzado el límite de resistencia se produce su fractura. La rotura se produce siempre por un esfuerzo de tracción, no por compresión. En líneas generales podemos decir que la resistencia intrínseca del vidrio es sumamente elevada, comparable a la del acero. Se ha determinado en finas fibras de vidrio recién fabricadas tensiones de roturas del orden de 1.000.000 de libras por pulgada cuadrada.

Si quisiéramos medir la resistencia mecánica del vidrio, referida a su capacidad para soportar los impactos, podrían usarse algunos de los procedimientos empíricos conocidos, que consisten esencialmente en dejar caer un péndulo de un peso dado, desde alturas crecientes medidas hasta que se rompa, o bien, en dejar caer el propio envase desde alturas crecientes hasta romperlo, o recurrir al uso de sacudidores mecánicos en condiciones determinadas observando los efectos producidos.

**Térmicas:** Cuando se calienta un sólido a la temperatura de fusión pasa el estado líquido. Resistencia a los reactivos químicos: los vidrios resisten a la acción de los reactivos químicos. Solamente les ataca el ácido fluorhídrico.

Ésta es una propiedad importante que se pretende en la mayoría de los vidrios, particularmente en aquellos que, como ocurre en muchos productos alimenticios y medicinales, deban soportar en su utilización cambios de temperatura relativamente bruscos, en especial, en los procesos de lavado, llenado en caliente, pasteurizado, esterilización, uso con comidas, etc.

Respecto de esta resistencia, debemos señalar que la rotura no se produce por el cambio de temperatura en sí, sino por el esfuerzo mecánico de tracción provocado por el salto térmico.

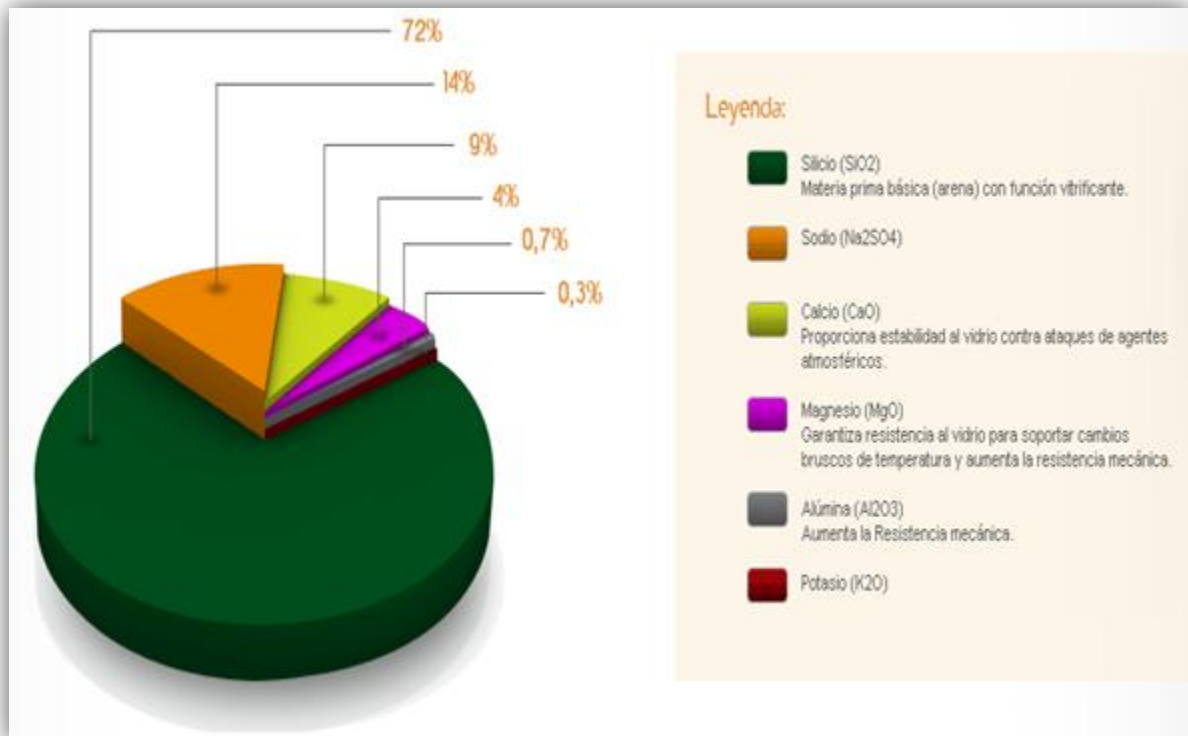
Éste no es más que un medio para producir esfuerzos de tracción debido a las contracciones desiguales producidas por el enfriamiento más o menos brusco (Vidales, 1995).

Figura 16. El vidrio como sólido cristalino.



### 3.10.2 Componentes del Vidrio.

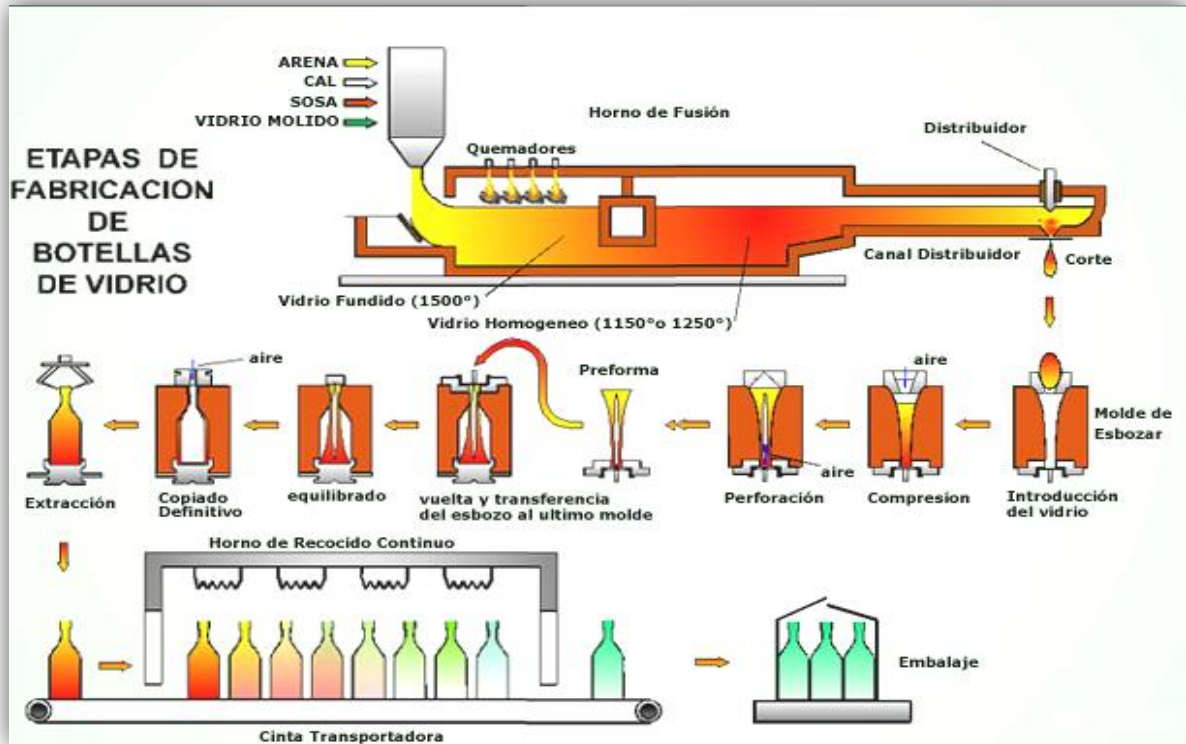
Figura 17. Composición del vidrio.



Los vidrios coloridos son producidos aumentándose a la composición colorantes como el selenio (Se), óxido de fierro y cobalto para alcanzar los diferentes colores.

### 3.10.3 Fabricación de botellas de vidrio.

Figura 18. Etapas de formación de botellas de vidrio.



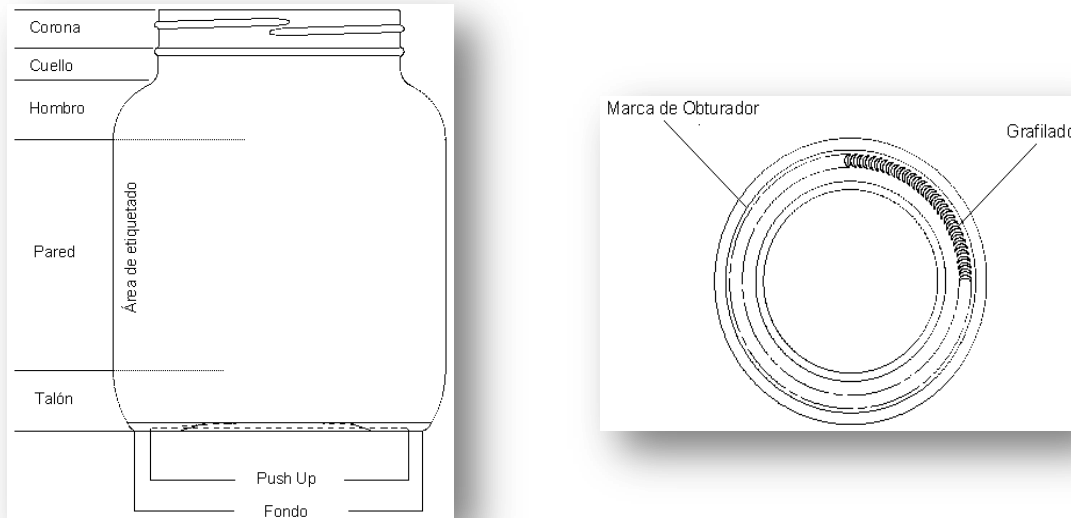
### 3.10.4 Formas básicas de los envases.

Figura 19. Formas básicas del envase de vidrio.



### 3.10.5 Partes de un envase de vidrio.

Figura 20. Partes de un envase.



### 3.10.6 Ventajas y Desventajas del Vidrio.

Cuadro 2. Ventajas y Desventajas del uso de envase de vidrio.

Ventajas	Desventajas
Es reciclable, sin límite de reúsos	Muy costoso
Puede ser retornable	Voluminoso y pesado aún vacío
Impermeable y hermético	Es frágil
Versatilidad de formas	Es peligroso
No altera el sabor ni aroma de su contenido	
Transparente o de color	

Fuente: Archivos de Calidad Compañía Vidriera S. A de C.V.

#### **4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.**

¿Es posible controlar las variables presentadas en el envase y línea de envasado de café soluble, para mantener los niveles de aceptación de calidad del envase de vidrio de acuerdo a los criterios establecidos en el Acuerdo de Calidad entre proveedor y cliente?

#### **5. OBJETIVO.**

- Mejorar el desempeño del envase de vidrio en línea de producción de envasado de café soluble.

##### **5.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

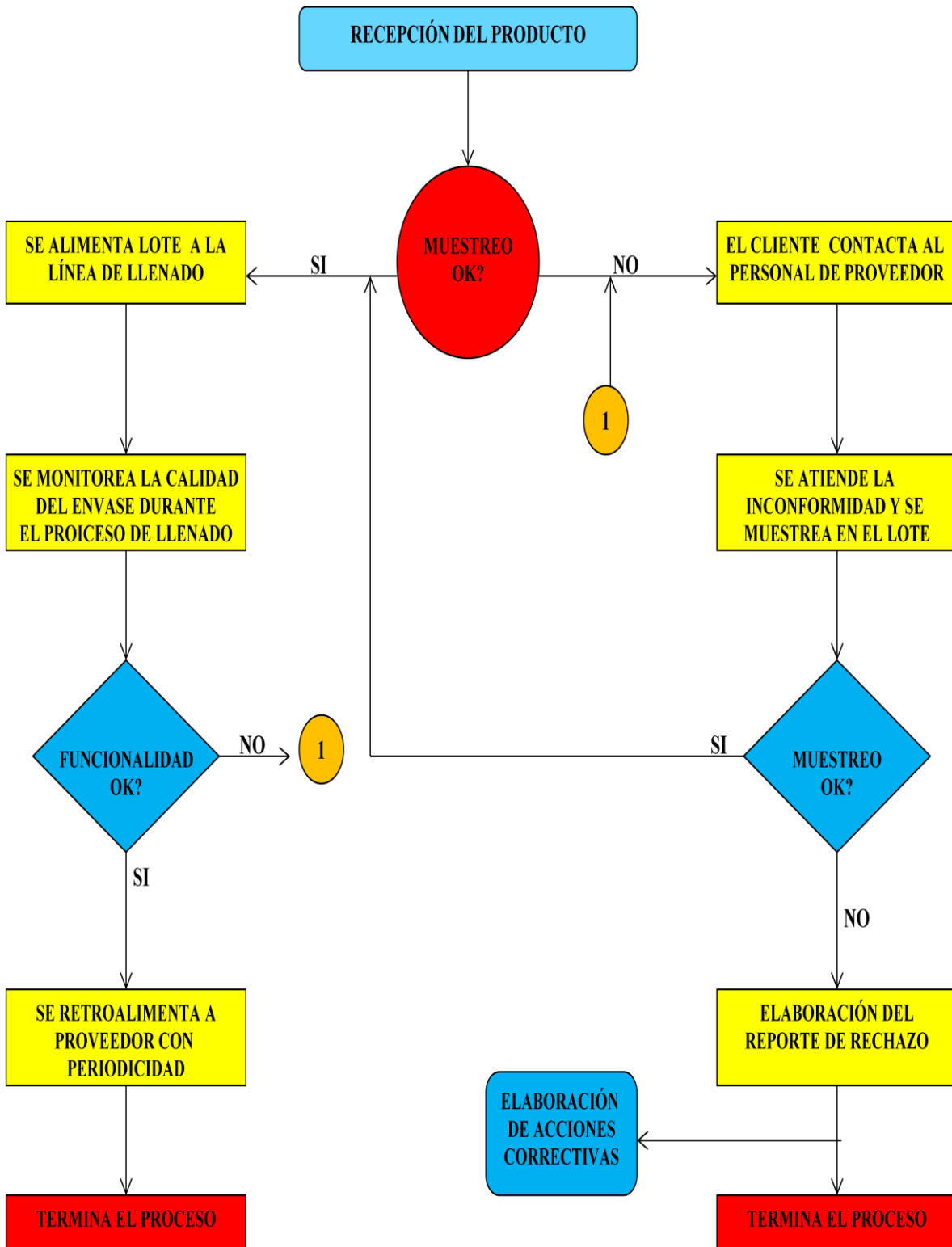
- Reducir el número de defectos presentes en el envase de vidrio.
- Identificar las causas que derivan el rompimiento de los envases de vidrio en línea de envasado de café soluble.
- Lograr que los envases de vidrio se encuentren en niveles de calidad aceptable establecida en los acuerdos de calidad.

#### **6. METAS.**

- Contar con un buen manejo del envase de vidrio tanto en la etapa de formación del envase como en la línea de envasado de café soluble.
- Actualizar el Acuerdo de Calidad conforme a las nuevas características del nuevo envase de vidrio de forma irregular.

## 7. METODOLOGÍA.

Diagrama 1. Proceso de Evaluación.



### **7.1 Gestión de trabajo durante el cambio de envase.**

Durante el arranque de línea con el envase irregular, se presentan una serie de eventos inesperados de rotura de frasco por lo que la producción de llenado de café soluble y en el lanzamiento del producto se ve en riesgo ya que las producciones que se esperaban con el arranque no fueron las esperadas, lo que provocó el tomar acciones de manera rápida y que dieran solución de manera oportuna para que la línea no tuviera días completos de inactividad y que el producto que se envasara cumpliera con los requerimientos mínimos de Inocuidad, Calidad y Seguridad para los clientes y consumidores finales.

Por lo que se llevó a cabo la integración de un equipo de trabajo, el cual incluía la parte operacional tanto del proveedor como del personal de la empresa de alimentos (cliente), dicho trabajo consistió en la recolección de muestras de los mismos frascos rotos para poder obtener las causas más relevantes de rompimiento, cuantificar los defectos y clasificarlos de acuerdo a su tipo, y encontrar las causas raíz del porque se presentó ese defecto, esto con el análisis y soporte de los especialistas de la formación del envase; además de trabajar sobre los muestreos de los lotes en recepción en el almacén del cliente para poder obtener lotes que cumplieran las especificaciones mínimas para su consumo.

Con los datos obtenidos de las roturas y su tipo de defecto, en las instalaciones del proveedor se llevó a cabo el trabajo sobre los controles del proceso de la línea durante la formación del envase para poder ir eliminando los defectos que ya se habían presentado; además, se realizaron muestreos de los lotes que aún se encontraban en las instalaciones del proveedor con el objetivo de garantizar la calidad del envase y evitar problemas en el manejo del mismo en las instalaciones del cliente, de tal forma que el envasado del café se realizará de forma segura sin poner en riesgo la Inocuidad, Calidad y Seguridad del producto.

Con todo lo anterior se obtuvieron resultados satisfactorios, lo que llevó a tener un envase con una tendencia de rotura en línea de producción del cliente hacia la baja; contar con un envase que proporcionará la confiabilidad de poder ser suministrado sin problema alguno durante el manejo y envase del producto de tal forma de no entorpecer la productividad en las instalaciones de la empresa de café soluble.

Por lo que al final de todo el trabajo que se realizó en conjunto con el proveedor, ellos toman el compromiso de adoptar trabajar con el sistema del AQL; esto llevándolo a que se anexe personal adicional en cada una de sus línea para las inspecciones y toma de acciones correctivas de manera inmediata durante el proceso y evitar descontrolos que lleven a tener producciones rechazadas; éste personal recibe hoy en día el nombre de “AQL’s” (ver figura21).

**Figura 21. Inspectores AQL.**





## 7.1 Material y Método.

### ➤ Material:

- Envase de vidrio
- Café Soluble
- Tapa plástica
- Sello de garantía
- Etiquetas de papel
- Tinta codificadora

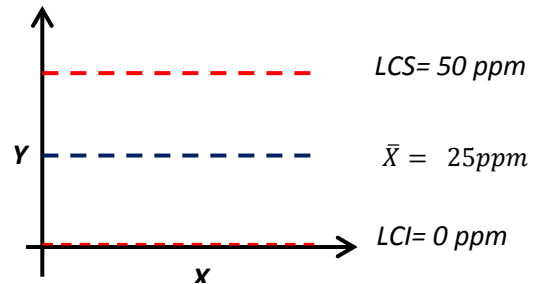
### ➤ Método:

- AQL y Gráficos de control

Cuadro 3. Valores de los Niveles de Calidad Aceptable

NIVELES DE CALIDAD ACEPTABLE	
Defectos Críticos	AQL = 0.25
Defectos Mayores	AQL = 1.0
Defectos Menores	AQL = 4.0
Tabla	MIL STD 105
Muestreo	Simple
Inspección	Normal
Nivel	II

Gráfico 1. Valores del Gráfico de Control.



Nota: Cada lote es representado por una pallet de envase de vidrio el cual contiene 6,783 UNI

Tabla C. Código de letras para determinación de tamaño de muestra y Nivel de Calidad General de Inspección.

Tamaño del lote	Nivel General de Inspección			Nivel Especial de Inspección			
	1	2	3	S1	S2	S3	S4
2 a 8	A	A	B	A	A	A	A
9 a 15	A	B	B	A	A	A	A
16 a 25	B	B	C	A	B	B	B
26 a 50	C	D	D	A	B	C	C
51 a 90	C	E	E	B	B	C	C
91 a 150	D	F	F	B	B	C	C
151 a 280	E	G	G	B	C	D	D
281 a 500	F	H	H	B	C	D	D
501 a 1200	G	I	I	C	C	E	E
1201 a 3200	H	J	J	C	D	E	F
3201 a 10000	J	K	L	C	D	E	G
10001 a 35000	K	L	M	C	D	F	H
35001 a 150000	L	M	N	D	E	G	J
150001 a 500000	M	N	O	D	E	H	J
500001 en adelante	N	O	R	D	E	H	K

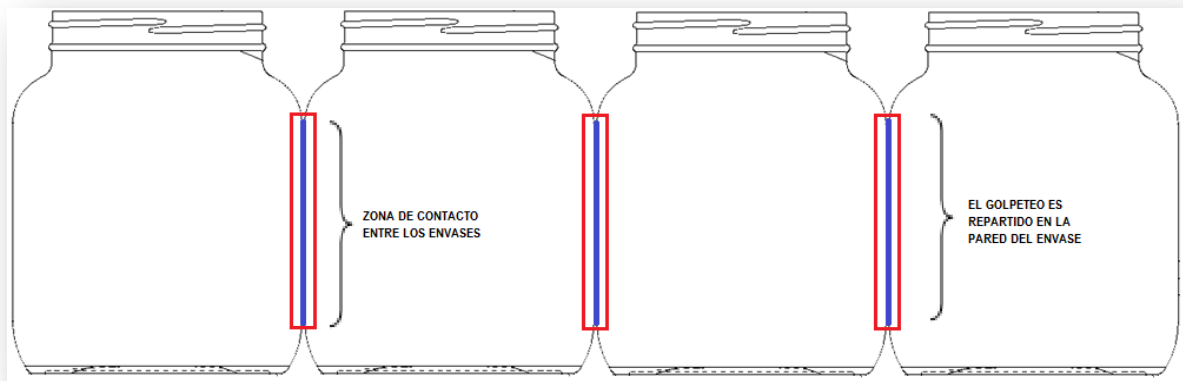
Letra	Tamaño de la muestra	0.095 Ac Re	0.1 Ac Re	0.15 Ac Re	0.25 Ac Re	0.4 Ac Re	0.65 Ac Re	1.0 Ac Re	1.5 Ac Re	2.5 Ac Re	4.0 Ac Re	6.5 Ac Re
A	2											
B	3											
C	5											
D	8											
E	13											
F	20											
G	32											
H	50											
J	80											
K	125											
L	200	0	1	1	2	2	3	4	5	6	7	8
M	315	1	2	2	3	4	5	6	7	8	10	11
N	500	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14
P	800	3	4	4	5	6	7	8	10	11	14	15
Q	1250	4	5	5	6	7	8	10	11	14	15	15
	2000	5	6	6	7	8	10	11	14	15	15	15

↑ Utilice la primera cifra de indicación de muestreo por encima de esta fecha.  
 ↓ Utilice la primera cifra de indicación de muestreo por debajo de esta fecha.  
 Ac Cantidad aceptable.  
 Re Cantidad de rechazo.

### 7.3 Desempeño del envase en línea de producción.

Para conocer el manejo del envase de vidrio de forma regular (envase redondo), cabe mencionar que el área de contacto entre cada uno de estos durante el trayecto de transporte en la línea de producción es mayor (ver figura 22) y esto hace que el golpeteo que existe entre cada uno de ellos sea uniforme en toda la “pared” o zona de etiquetado; es decir el esfuerzo de choque minimiza la existencia de un evento de frasco roto.

Figura 22. Zona de contacto entre envases en un envase regular.



Por otro lado, al cambiar el envase de vidrio de forma regular por un irregular (ver figura 23) solo existe una pequeña zona o un punto de contacto en lo que es el costado del cuerpo del envase, esto hace que los esfuerzos entre cada uno de los envases sea mayor y la probabilidad de ocasionar un evento de frasco roto incrementa.

Figura 23. Zona de contacto entre envases en un envase irregular.



#### 7.4 Clasificación de defectos.

Dentro de la industria del vidrio, existen muchos defectos que son provocados por falta control del proceso; a continuación se citan algunos de ellos los cuales se presentaron durante el análisis de este proyecto de mejora.

Defectos Críticos					
aleta cortante	espesor	pegada cortante	vidrio adherido	columpio	gorro

Defectos Mayores					
fondo poroso	bailarina	obturador corrido	corona ondulada	panel hundido	corona abierta
corona abombada	doblez	corona caída	corona incompleta	labio caído	corona golpeada
corona abierta	lubricada	Rebaba en sup. de sello	panel abombado	verticalidad	tratamiento en caliente
		cuello abombado	fracturas		

Defectos Menores					
materia cruda	arrugas	burbuja simple	marcas de cuchillas	molde frió	grafilado desvanecido

## 7.5 Verificación de lotes por AQL en envase regular.

### Semana 48

(Envase regular – envase redondo)

- Lotes recibidos: 50 lotes
- De acuerdo a los niveles de calidad aceptable tenemos que:
  - Nivel general de inspección corresponde a la letra: “L”
  - “L” tiene por tamaño de muestra: **200 UNI**

**Cuadro 4. Lotes rechazados por AQL envase regular.**

DÍA	Críticos	Mayores	Menores
	AQL= 0.25	AQL= 1.0	AQL= 4.0
Lunes	0	0	0
Martes	0	0	0
Miércoles	1	0	0
Jueves	0	0	0
Viernes	0	0	0
Sábado	---	---	---
Domingo	---	---	---

*Nota: últimos dos días sin producción.*

- El día miércoles se detecta un lote con presencia de 3 envases fuera espesor, de acuerdo a los criterios de calidad por AQL se rechaza ya que el defecto de espesor es considerador como mayor, aceptando este lote si y solo si hubiese una sola unidad.

**Cuadro 5. Número de defectos encontrados en el muestreo.**

Día	Defectos Críticos	Defectos Mayores	Defectos Menores
Lunes	0	2	1
Martes	0	1	0
Miércoles	3	0	1
Jueves	0	1	0
Viernes	0	0	1
Sábado	---	---	---
Domingo	---	---	---

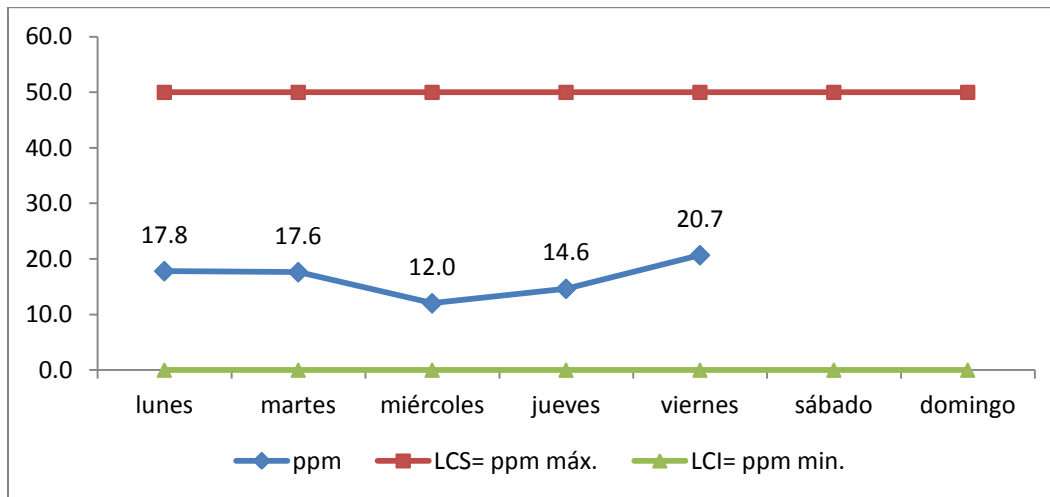
- Eventos de frasco roto en línea de producción.

Cuadro 6. Número de ppm correspondientes a la SEM 48.

DÍA	ppm
Lunes	17.8
Martes	17.6
Miércoles	12.0
Jueves	14.6
Viernes	20.7
Sábado	---
Domingo	---

- Gráfico de control

Gráfico 2. Gráfico de ppm correspondientes al envase regular SEM 48.



## 7.6 Verificación de lotes por AQL en envase irregular.

### Semana 49

(Envase irregular – envase nuevo diseño)

- Lotes recibidos: 50 lotes
- De acuerdo a los niveles de calidad aceptable tenemos que:
  - Nivel general de inspección corresponde a la letra: “L”
  - “L” tiene por tamaño de muestra: **200 UNI**

**Cuadro 7. Lotes rechazados por AQL con la introducción del envase irregular.**

DÍA	Críticos	Mayores	Menores
	AQL= 0.25	AQL= 1.0	AQL= 4.0
Lunes	11	24	7
Martes	15	17	9
Miércoles	13	21	7
Jueves	13	16	10
Viernes	10	22	8
Sábado	8	15	7
Domingo	11	14	9

- Esta semana se vuelve crítica ya que se observan una gran cantidad de defectos de todo tipo, haciendo que las roturas de la línea se incrementen; a continuación, el cuadro 8 muestra el número de defectos encontrados durante el muestreo, los cuales soportan los rechazos de lotes como se describe el cuadro 7.

**Cuadro 8. Número de defectos encontrados en el muestreo.**

Día	Defectos Críticos	Defectos Mayores	Defectos Menores
Lunes	74	84	196
Martes	45	77	153
Miércoles	68	90	134
Jueves	43	79	127
Viernes	55	69	127
Sábado	49	75	124
Domingo	66	80	111

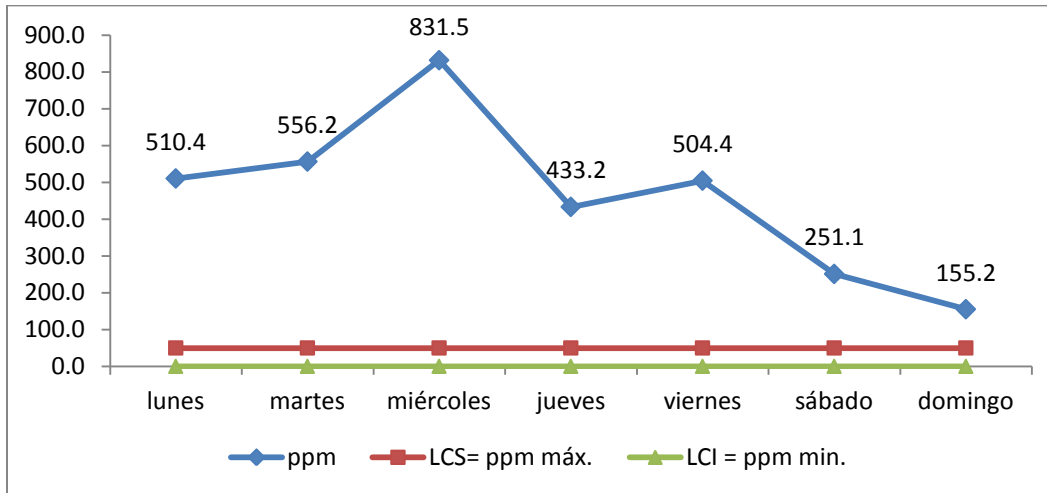
- Eventos de frasco roto en línea de producción.

**Cuadro 9. Número de ppm correspondientes a la SEM 49.**

DÍA	ppm
Lunes	510.4
Martes	556.2
Miércoles	831.5
Jueves	433.2
Viernes	504.4
Sábado	251.1
Domingo	155.2

➤ Gráfico de control.

Gráfico 3. Gráfico de ppm correspondientes al envase irregular SEM 49.



Semana 50

- Lotes recibidos: 50 lotes
- De acuerdo a los niveles de calidad aceptable tenemos que:
  - Nivel general de inspección corresponde a la letra: “L”
  - “L” tiene por tamaño de muestra: **200 UNI**

Cuadro 10. Lotes rechazados por AQL del envase irregular.

DÍA	Críticos	Mayores	Menores
	AQL= 0.25	AQL= 1.0	AQL= 4.0
Lunes	7	5	7
Martes	4	9	4
Miércoles	0	1	1
Jueves	0	1	0
Viernes	0	1	1
Sábado	0	0	0
Domingo	0	0	0

- Como se puede observar el cuadro 10 podemos ver la diferencia que existe con lo que tenemos el cuadro 7, pues el número de lotes rechazados va en descenso; sin embargo, se siguen presentado defectos que se tiene que atacar.

Cuadro 11. Número de defectos encontrados en el muestreo.

Día	Defectos Críticos	Defectos Mayores	Defectos Menores
Lunes	44	34	100
Martes	13	47	60
Miércoles	0	39	29
Jueves	0	33	24
Viernes	0	21	56
Sábado	0	0	14
Domingo	0	2	23

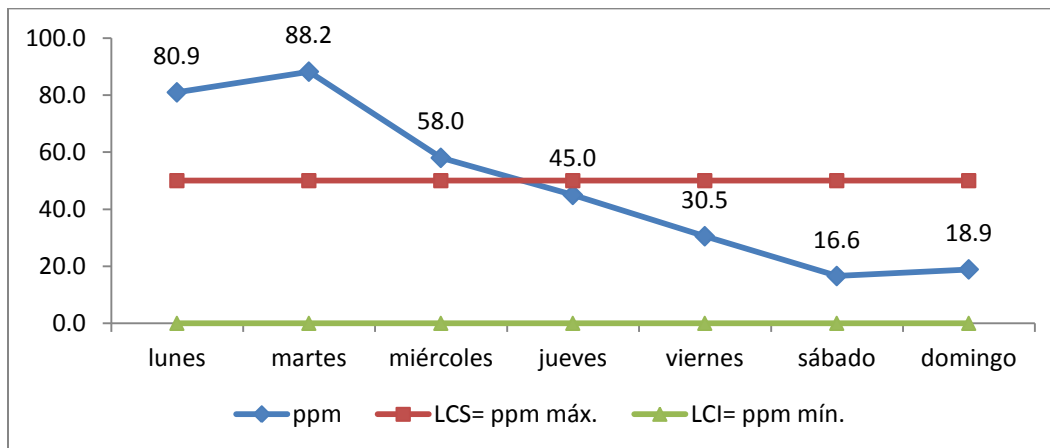
- Las ppm aún superan el máximo permitido hasta la mitad de semana por mencionarlo de esta manera. Por lo que a continuación el cuadro 12 se muestra el comportamiento en cómo va evolucionando la mejora en el desempeño del envase.

Cuadro 12. Número de ppm correspondientes a la SEM 50.

DÍA	Ppm
Lunes	80.9
Martes	88.2
Miércoles	58.0
Jueves	45.0
Viernes	30.5
Sábado	16.6
Domingo	18.9

- Gráfico de control.

➤ Gráfico 4. Gráfico de ppm correspondientes al envase irregular SEM 50.





**Semana 51**

- Lotes recibidos: 50 lotes
- De acuerdo a los niveles de calidad aceptable tenemos que:
  - Nivel general de inspección corresponde a la letra: “L”
  - “L” tiene por tamaño de muestra: **200 UNI**

**Cuadro 13. Lotes rechazados por AQL del envase irregular.**

DÍA	Críticos	Mayores	Menores
	AQL= 0.25	AQL= 1.0	AQL= 4.0
Lunes	0	0	0
Martes	1	1	2
Miércoles	0	1	0
Jueves	0	0	0
Viernes	0	0	0
Sábado	0	0	0
Domingo	0	0	0

- De acuerdo a esta semana, nos podemos dar cuenta de que el número de lotes rechazados disminuyó a niveles significativos los primeros 3 días de la semana en mención, sin embargo el resto de los días podemos notar que la tendencia fue hacia cero; con esto no queremos decir que ya no existió ningún defecto, sino por el contrario se presentaron pero a niveles de defectos menores los cuales no causan efecto decisivo en el uso u operación de la unidad por tratarse de un defecto de apariencia o “estético”.

**Cuadro 14. Número de defectos encontrados en el muestreo.**

Día	Defectos Críticos	Defectos Mayores	Defectos Menores
Lunes	0	6	17
Martes	0	24	39
Miércoles	0	17	6
Jueves	0	0	11
Viernes	0	2	3
Sábado	0	1	5
Domingo	0	1	2

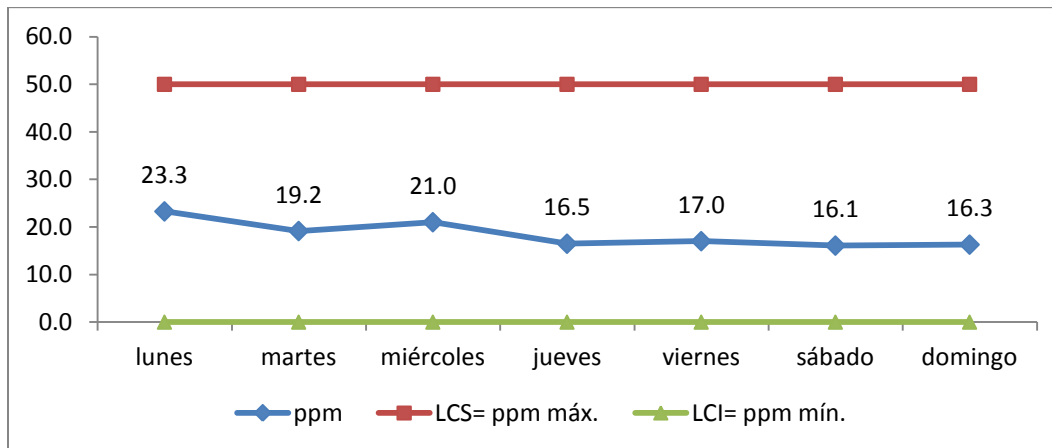
- Ahora bien, con todo el trabajo realizado con anterioridad podemos decir el comportamiento en ppm del envase que desde la semana 50 en los últimos días se ve “controlado” y que en esta semana 51 se mantiene de manera estable y dentro de lo establecido en el Acuerdo de Calidad establecido entre ambas partes.

**Cuadro 15. Número de ppm correspondientes a la SEM 51.**

DÍA	ppm
Lunes	23.3
Martes	19.2
miércoles	21.0
Jueves	16.5
Viernes	17.0
Sábado	16.1
Domingo	16.3

- Gráfico de control.

**Gráfico 5. Gráfico de ppm correspondientes al envase irregular SEM 51.**

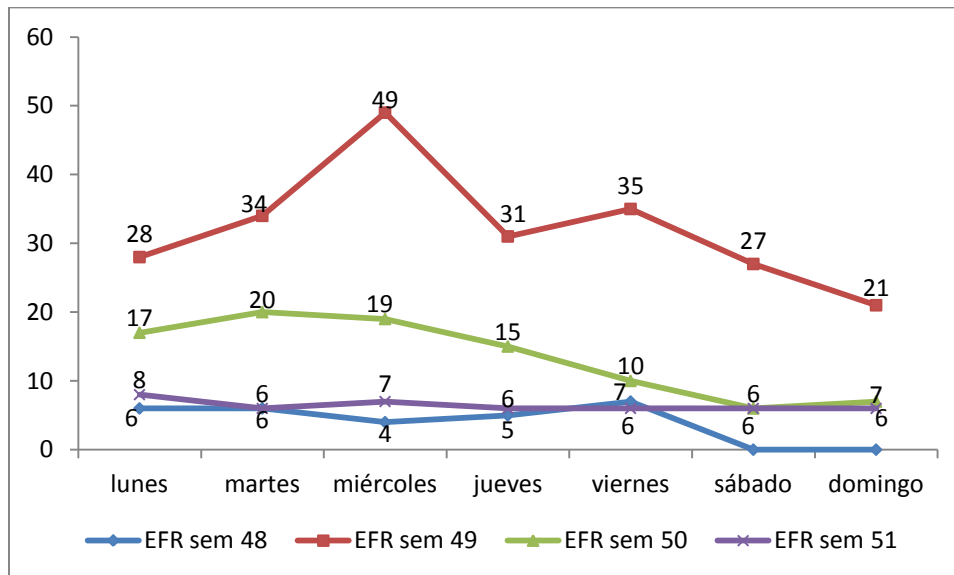


## 8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 8.1 Análisis final del comportamiento del envase de vidrio.

Una vez terminado el proceso de muestreo para la aceptación de lotes del envase de vidrio e introducirlos a línea durante un mes, se procedió a realizar ya con más calma un análisis que nos permitió evidenciar el comportamiento sobre la calidad del material. Dichos resultados se muestran en el siguiente gráfico.

Gráfico 6. Comparación en el comportamiento del envase en relación al número de EFR.



De acuerdo a lo anterior se observa un fuerte incremento en el número de rompimientos del envase en la SEM 49 esto cuando se comienza a trabajar con el nuevo diseño, considerando que la línea fue preparada los dos últimos días correspondientes a la SEM 48 para poder entrar directamente al arranque de línea.

La recolección de las muestras rechazadas recabadas que surgieron por medio de los muestreos establecidos en el AQL, dio gran pauta para que se trabajara de manera inmediata en las instalaciones del proveedor en las condiciones de proceso de formación del envase ya que de lo contrario se estarían generando unidades defectuosas por lote por tratarse de un envase de nuevo diseño en el que el proveedor también por primera vez trabajaba con un envase de este tipo de forma irregular y poder dar cabida a producir bajo los estrictos estándares e inspecciones de calidad, inocuidad y seguridad alimentaria.

Conforme se fueron trabajando en la inspección de los lotes para poder encontrar cuales cumplieran con los requerimientos mínimos de calidad y aceptabilidad; considerando una probabilidad de existencia de que algunas unidades presentaran algún tipo de defecto y que estas dieran pauta al rompimiento en línea, podemos notar en la gráfica 6 que a partir del día viernes de la SEM 49 el número de eventos o de rompimientos en línea fue disminuyendo de tal modo que la tendencia de la SEM 50 también se comportara en tendencia a la baja, sin embargo en esta misma semana aún por la cantidad de unidades sometidas a línea de producción se encontró fuera de la ppm máximas permitidas hasta el día miércoles de la misma como lo podemos ver en el cuadro 16.

**Cuadro 16. Comportamiento de ppm en línea.**

Día	ppm SEM 48	ppm SEM 49	ppm SEM 50	ppm SEM 51
Lunes	17.8	510.4	80.9	23.3
Martes	17.6	556.2	88.2	19.2
Miércoles	12.0	831.5	58.0	21.0
Jueves	14.6	433.2	45.0	16.5
Viernes	20.7	504.4	30.5	17.0
Sábado	---	251.1	16.6	16.1
Domingo	---	155.2	18.9	16.3

Por todo lo anterior, cabe mencionar que a partir los dos últimos días de la semana 50, ya con tendencias positiva de lotes con nivel de confianza aceptable para su alimentación en línea de producción del cliente, disminución de frascos rotos, se obtuvieron resultados de producciones por arriba del estándar establecido, lo cual llevó a esperar resultados de productividad en la semana 51 para poder hacer una proyección de nuevos estándares ya con este envase de diseño irregular.

En el cuadro 17 se muestran los días con producción por arriba de los estándares que anteriormente se tenían establecidos.

**Cuadro 17. Records de producción con envase irregular.**

DÍA	SEM 50	SEM 51
Lunes		✓
Martes		
Miércoles		
Jueves		✓
Viernes		✓
Sábado	✓	®
Domingo	✓	✓

® Se establece record de producción.

De este modo, todo el proceso que se llevó a cabo con el método del AQL, a parte del aprendizaje que se obtuvo en el manejo de este, se pudo prevenir una gran cantidad de defectos procedentes del envase y que trajeran como consecuencia paros de línea prolongada, pérdidas económicas, de materiales de embalajes y principalmente pérdida de producto semi elaborado. Aunado a lo anterior, algo muy importante que se puede resaltar es que se pudo prevenir reclamaciones por el consumidor por la inconformidad un producto alimenticio con presencia de cuerpos extraños y poner en riesgo el prestigio e imagen de una empresa tan importante a nivel trasnacional.

Con el lanzamiento de un nuevo diseño del envase de vidrio, diferentes características y puntos de inspección se llevó en su momento a la Actualización del Acuerdo de Calidad entre ambas partes, acordando nuevos Niveles de Calidad Aceptable y re clasificando los diferentes tipos de defectos.

Por otro lado, ya con un proceso de alguna manera controlado, optimizado y con un aprendizaje en el mejoramiento del manejo del envase de vidrio para ambas partes se estableció un sistema de inspectores de AQL por parte del proveedor en sus líneas de formación del envase y sus controles operativos para la fabricación del mismo.

De forma personal y derivado al trabajo que se realizó dando continuidad a una de las prioridades dentro de la parte productiva del envasado de café soluble, la calidad de los materiales de envase y embalaje, la forma de cómo trabajar en equipo y auto capacitando al personal de operación, me fue otorgado por parte de la empresa la entrega del reconocimiento de la Asociación Mexicana de Envase y Embalaje (ver figura 24) por el lanzamiento de su producto con un envase estelar; el cual, es un logro y satisfacción por el esfuerzo y entusiasmo con el que se llevó a cabo este proyecto.

**Figura 24. Reconocimiento de la AMEE.**



## 9. CONCLUSIONES.

Los métodos como el del AQL o Nivel de Calidad Aceptable (NCA) ofrecen una garantía de calidad y de seguridad, dos factores clave en cualquier proceso productivo y comercial.

El método de AQL se puede emplear tanto en materiales de envase y embalaje como en materias primas y productos terminados.

Seguir trabajando con métodos que llevan a garantizar la Calidad de los productos conducirá en algún momento dado hacia el “cero defectos”.

Cuando se está usando muestreo por atributos y el fabricante está produciendo una calidad más mala que el AQL, un plan de muestreo bien elegido debe rechazar suficientes lotes para que se justifique el mejoramiento de la calidad sin demora alguna.

Cuando la producción está bajo control se puede esperar una mejor calidad que el AQL.

El establecer el AQL no garantiza que el comprador no acepte lotes de baja calidad.

## 10. RECOMENDACIONES.

Manejar un proceso estadístico por medio del método de AQL requiere de mucho cuidado ya que el proporcionar o interpretar datos de forma errónea puede traer como consecuencia que el proceso de mejora de la calidad que se requiere trabajar no tenga beneficio alguno y tenga como consecuencia el tener grandes pérdidas de materiales de envase y embalaje como del mismo producto o semi elaborado originando grandes pérdidas económicas.

La correcta elección del muestreo y su análisis evitará devoluciones de lotes defectuosos los cuales pueden causar retrasos y otros problemas innecesarios.

No es conveniente tomar una muestra muy amplia, ya que se perderían mucho producto y por consiguiente, también beneficios.

Existen otros métodos o metodologías semejantes al AQL, los cuales también pueden ayudar a mejorar diferentes tipos de procesos, como el Six Sigma, TPM, Lean Manufacturing, Just in time, etc. Sin embargo, se optó por el método de AQL derivado de la necesidad que se tenía en el lanzamiento del producto, ser un poco más fácil de aplicar tomando en cuenta el cumplimiento de los estándares de Calidad-Inocuidad y Seguridad que el producto exige.

Para garantizar la funcionalidad del producto que se está entregando al cliente, se puede establecer un AQL más estricto al acordado para garantizar que el producto cumple con las especificaciones requeridas y darle mayor nivel de confianza.



## 11. REFERENCIAS.

1. Beckford, L. J. (2002). Quality. Taylor and Francis Group. London.
2. Cantú, D. H. (2001). Desarrollo de una Cultura de Calidad. Mc. Graw Hill, México.
3. Conti, T. (1993). Building Total Quality. Chapman y Hill. Londres.
4. Deming, E. (1982). Quality, Productivity and Competitive Position, MIT.
5. Evans, J. R. (2005). Administración y Control de la Calidad. International Thomson Editores, México.
6. Feigenbaum, A. V. (2005). Control Total de la Calidad. CECSA, México.
7. Goetsch, D. L. y Stanley D. (2003). Quality Management. Introduction to Total Quality Management for Production Processing and Service. Prentice Hall. Upper Saddle River N.J.
8. Goetsch, D. J. y Stanley, B D. (1999). Quality Management. Introduction to Total Quality Management for Production Processing and Services. Prentice Hall. New Jersey.
9. Gutiérrez, P. H. (2005). Calidad Total y Productividad. Mc. Graw Hill, México.
10. Scher, W. K. (1997). Ruta Deming a la Calidad y la Producción, Vías y Barreras. CECSA. México.
11. Shlickman, Jay. (2003). ISO 9001:2000. Quality Management System Desing. Artech House. Boston.
12. Summers, D. C. S. (2003). Quality. Prentice Hall. Columbus Ohio.
13. Besterfield, D. H. (2004). Quality Control. Pearson Prentice Hall. Upper Saddle River N.J.

14. INTERNATIONAL STANDARD ISO 2859-1, Second edition 1999-11-15.
15. Cantú D. H. (1997) Desarrollo de la Calidad, Ed. McGraw-Hill. Sexta edición.
16. Ghare Hansen, Bertrand L. Hansen, Prabhakar M. Ghare (1990). Control de calidad: Teoría y Aplicaciones. 2a Edición.
17. Mauricio Lefcovich. (2004). Gestión de la Calidad para la Excelencia.
18. Deming, W. Edwards (1986). Calidad total. Calidad, Productividad, Competitividad. Ed. Díaz de Santos.
19. Gryna F. M. y Juran J. M. (1997). Manual de Control de Calidad. Volume II Mc. Graw Hill.
20. Norma ISO 9004, 2013, 07.
21. Epprecht, E. K. and A.F.B. Costa. (2001). Adaptive sample size control charts for attributes. Quality Engineering.
22. Hamanda, Micheael. (2002). Bayesian tolerance interval control limits for attributes. Quality and Reliability Engineering International.
23. Montgomery, Douglas C. (1991). Control Estadístico de la Calidad. Grupo Editorial Iberoamericana.
24. Autores Military Standard Escuela Organizacional Industrial (1950). Sistemas de muestreo y tablas para Inspección. E.E.U.U.
25. Díaz de Santos (1994). Introducción al Control de la Calidad.
26. Wals, Rolando (1987). STATISTICAL PROCESS CONTROL.

27. Amor Pulido, Raúl (1991). Control Estadístico de la calidad: una introducción. Grupo editorial Universitario.
28. Juran Institute (1989). Quality Improvement Tools.
29. Carot, V. (1998). Control Estadístico de la Calidad. Valencia: Servicio de Publicaciones de la U. P. V.
30. William Navidi (2006). Estadística para Ingenieros y Científicos. Mc Graw Hill.
31. Centro INTI-Envases y Embalajes (2012). Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Apoyo al Trabajo Popular.
32. Bachs Pujol, Jorge. (1991). El Embalaje y la Exportación. 3ª Edición. Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación de Barcelona. Barcelona.
33. Vidales, G. Dolores. (1995). El Mundo del Envase. Ed. G. Gili. Barcelona.
34. Archivos de Calidad Compañía Vidriera S. A de C.V.
35. Documentos de archivo SGI. Industria Cafetalera, 1998.
36. Maarse, Henk. (1991). Volatile Compounds in foods and beverages. Ed. Marcel Dekker.
37. Pendergrast, M. (2002). El Café: historia de la semilla que cambio al mundo. Ed. Buenos Aires, Argentina.
38. Flament, I. y Sons Ltd. (2002). Coffee flavor Chemistry.

## 12. ANEXOS.

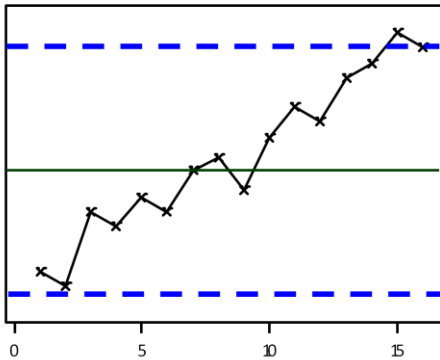
12.1 Tabla A Código de letras para determinar el tamaño de muestra (Según ISO 2859).

Lot or batch size			Special inspection levels				General inspection level		
			S - 1	S - 2	S - 3	S - 4	I	II	III
2	to	8	A	A	A	A	A	A	B
9	to	15	A	A	A	A	A	A	B
16	to	25	A	A	B	B	B	B	C
26	to	50	A	B	B	C	C	C	D
51	to	90	B	B	C	C	C	C	E
91	to	150	B	B	C	D	D	D	F
151	to	280	B	C	D	E	E	E	G
281	to	500	B	C	D	E	F	F	H
501	to	1,200	C	C	E	F	G	G	J
1,201	to	3,200	C	D	E	G	H	H	K
3,201	to	10,000	C	D	F	G	J	J	L
10,001	to	35,000	C	D	F	H	K	K	M
35,001	to	150,000	D	E	G	J	L	L	N
150,001	to	500,000	D	E	G	J	M	M	P
500,001	and	over	D	E	H	K	N	N	Q

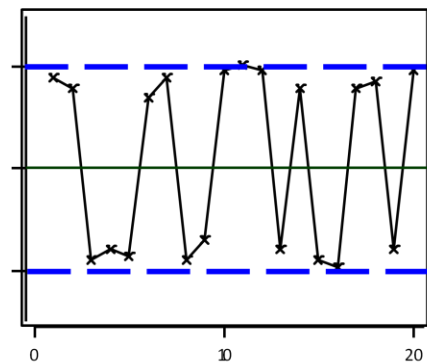
12.2 Tabla B Nivel de Calidad Aceptada para el Nivel General de Inspección (Según ISO 2859).

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (normal inspection)																										
		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	650	1000	
A	2																											
B	3																											
C	5																											
D	8																											
E	13																											
F	20																											
G	32																											
H	50																											
J	80																											
K	125																											
L	200																											
M	315																											
N	500																											
P	800																											
Q	1250																											
R	2000																											

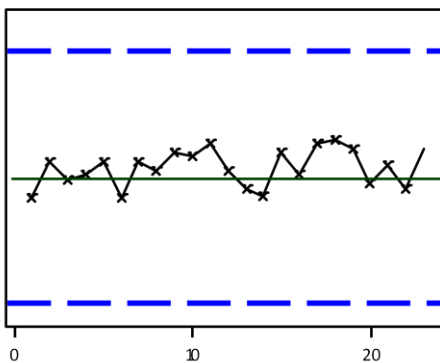
12.3 INTERPRETACIÓN DE GRÁFICAS DE CONTROL.



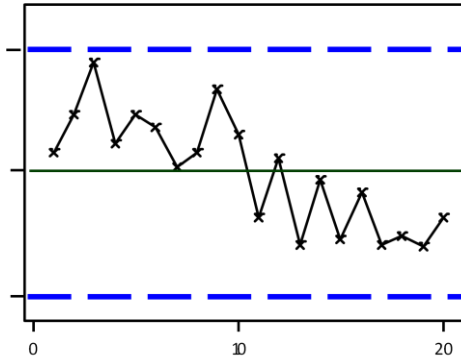
*Tendencia:* Movimiento continuo en una dirección. Las tendencias son ocasionadas usualmente por el desgaste gradual de una herramienta o el deterioro de algún otro componente crítico del proceso. Las tendencias pueden resultar también por las influencias de la estación del año, tales como temperatura.



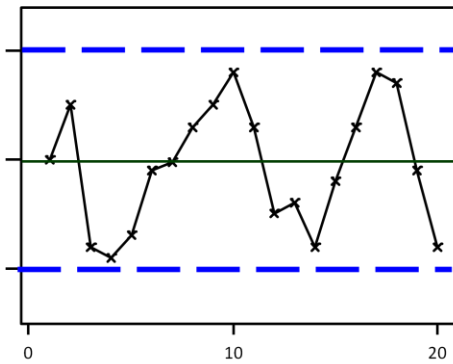
*Mezcla:* Se observa que la mayoría de los puntos tienden a caer muy cerca de los límites de control, y relativamente pocos cerca de la línea central. Una condición de mezcla la generan dos o más distribuciones que se traslapan generando la salida del proceso. La severidad de este modelo depende de qué tanto se traslapan las distribuciones. Algunas veces la mezcla es el resultado de un “sobre-control”, donde los operadores hacen demasiados ajustes al proceso muy frecuentemente respondiendo a la variación normal en lugar de reaccionar a las causas asignables únicamente.



*Estratificación:* Los puntos graficados tienen la tendencia a agruparse cerca de la línea central. Una causa potencial de la estratificación es el cálculo incorrecto de los límites de control. También puede ser que el proceso ha mejorado y su distribución ya es más angosta. De cualquier forma, se deben recalculan los límites de control.



*Cambios en el Nivel del proceso:* El promedio del proceso cambia a un nuevo nivel. Estos cambios resultan por la introducción de algo nuevo: operadores, materiales, métodos, máquinas, etc. También puede ser un cambio en los métodos de inspección o cambio de estándares por mejoras al proceso.



*Patrón Cíclico:* Se observan ciclos repetidos en la gráfica. Esta configuración puede ser el resultado de un cambio sistemático como temperatura, fatiga del operador, rotación regular de operadores y/o máquinas, fluctuaciones de voltaje o presión, etc.

12.4 Tipos de Tablas Military Standard y su utilización.

Para el muestreo de aceptación por lotes, se utilizan los estándares militares de inspección MIL-STD-414 por variables, MIL-STD-105E por atributos y MIL-STD-1916 por variables y por atributos.

Tabla Letra Código (MIL STD 414)

Tamaño del lote	Niveles de inspección				
	I	II	III	IV	V
3 a 8	B	B	B	B	C
9 a 15	B	B	B	B	D
16 a 25	B	B	B	C	E
26 a 40	B	B	B	D	F
41 a 65	B	B	C	E	G
66 a 110	B	B	D	F	H
111 a 180	B	C	E	G	I
181 a 300	B	D	F	H	J
301 a 500	C	E	G	I	K
501 a 800	D	F	H	J	L
801 a 1300	E	G	I	K	L
1301 a 3200	F	H	J	L	M
3201 a 8000	G	I	L	M	N
8001 a 22000	H	J	M	N	O
22001 a 110000	I	K	N	O	P
110001 a 550000	I	K	O	P	Q
550001 y más	J	K	P	Q	Q

MIL-  
STD-

Tabla para inspección Normal y Severa: Muestreo Simple (MIL STD 414)

Letra Código para el tamaño de la muestra	Tamaño de la muestra n	Nivel de Calidad aceptable (NCA o AQL) inspección normal														
		0,04	0,065	0,1	0,15	0,25	0,4	0,65	1	1,5	2,5	4	6,5	10	15	
		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	
B	3															
C	4															
D	5															
E	7															
F	10															
G	15															
H	20															
I	25															
J	30															
K	35															
L	40															
M	50															
N	75															
O	100															
P	150															
Q	200															
		Nivel de Calidad aceptable (NCA o AQL) inspección severa														



105E.

**TABLE I SAMPLE SIZE CODE LETTERS**

Lot or batch size	Special inspection levels				General inspection levels		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 to 8	A	A	A	A	A	A	B
9 to 15	A	A	A	A	A	B	C
16 to 25	A	A	B	B	B	C	D
26 to 50	A	B	B	C	C	D	E
51 to 90	B	B	C	C	D	E	F
91 to 150	B	B	C	D	E	F	G
151 to 280	B	C	D	E	F	G	H
281 to 500	B	C	D	E	F	G	H
501 to 1200	C	C	E	F	G	H	J
1201 to 3200	C	D	F	G	H	K	L
3201 to 10000	C	D	F	G	H	K	L
10001 to 35000	C	D	F	G	H	M	N
35001 to 150000	D	E	G	H	I	N	P
150001 to 500000	D	E	G	H	I	N	P
500001 to over	D	E	H	I	N	Q	R

**TABLE II SINGLE SAMPLING PLANS FOR NORMAL INSPECTION (MASTER TABLE)**

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (normal inspection)																
		0.10	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	Ac	Re						
A	2																	
B	3																	
C	5																	
D	8																	
E	13																	
F	20																	
G	32																	
H	50																	
J	80																	
K	125																	
L	200																	
M	315																	
N	500																	
P	800																	
Q	1250																	
R	2000																	

† = Use first sampling plan below arrow. If sample size is equals, or batch size, do 100% inspection  
 ‡ = Use first sampling plan above arrow  
 Ac = Acceptance number  
 Re = Rejection number

### 12.5 Tipos de Gráficos de Control por Atributos.

#### ➤ **Gráfica P:**

- Representa el porcentaje de fracción defectiva
- Tamaño de muestra (n) varía.
- ✓ **Principales objetivos:**
  - Descubrir puntos fuera de control
  - Proporcionar un criterio para juzgar si lotes sucesivos pueden considerarse como representativos de un proceso
  - Puede influir en el criterio de aceptación.

#### ➤ **Gráfica nP:**

- Se utiliza para graficar las unidades disconformes
- Tamaño de muestra es constante
- ✓ **Principales objetivos:**
  - Conocer las causas que contribuyen al proceso
  - Obtener el registro histórico de una o varias características de una operación con el proceso productivo

#### ➤ **Gráfica c:**

- Estudia el comportamiento de un proceso considerando el número de defectos encontrados al inspeccionar una unidad de producción
- El artículo es aceptable aunque presente cierto número de defectos.
- La muestra es constante
- ✓ **Principales objetivos:**
  - Reducir el costo relativo al proceso
  - Determinar qué tipo de defectos no son permitidos en un producto

#### ➤ **Gráfica u:**

- Puede utilizarse como: Sustituto de la gráfica c cuando el tamaño de la muestra (n) varía