



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

**EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL ENVASE PET 900 mL EN LA ETAPA  
DE LA SALIDA DE LA INYECTO-SOPLADORA HASTA LA LÍNEA DE  
ENVASADO DE ACEITE**

Jorge Alejandro Girón Barrera  
Asesorado por el Ingeniero Sergio Alejandro Portillo Macz

Guatemala, enero de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL ENVASE PET 900 mL EN LA ETAPA  
DE LA SALIDA DE LA INYECTO-SOPLADORA HASTA LA LÍNEA DE  
ENVASADO DE ACEITE**

TRABAJO DE GRADUACIÓN  
PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**JORGE ALEJANDRO GIRÓN BARRERA**

ASESORADO POR EL INGENIERO SERGIO ALEJANDRO PORTILLO MACZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, ENERO DE 2011

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	P.A. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXÁMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Rossana Margarita Castillo Rodríguez
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Alvarado
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL ENVASE PET 900 mL EN LA ETAPA DE LA SALIDA DE LA INYECTO-SOPLADORA HASTA LA LÍNEA DE ENVASADO DE ACEITE.**

**Tema asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, en abril de 2009.**

**JORGE ALEJANDRO GIRÓN BARRERA**

Guatemala, mayo 2009.

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director de Escuela Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Presente

Estimado Ingeniero Urquizú:

A través de la presente me dirijo a usted para informarle que procedí a la revisión del trabajo de graduación de Ingeniería Industrial, titulado: **"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL ENVASE PET 900 mL EN LA ETAPA DE LA SALIDA DE LA INYECTO-SOPLADORA HASTA LA LÍNEA DE ENVASADO DE ACEITE"**, tema que fue propuesto por el estudiante **Jorge Alejandro Girón Barrera**, identificado con carné universitario **No. 2004-12997**. Por lo anterior autorizo al alumno presentar el trabajo de graduación en la Escuela de Mecánica Industrial, para así dar continuidad a los trámites correspondientes.

Sin otro particular me es grato suscribirme de usted,

Atentamente,



Ing. Sergio Alejandro Portillo Macz  
No. de Colegiado 7622  
Ing. Sergio Alejandro Portillo Macz  
Ingeniero Industrial  
Col. No. 7622

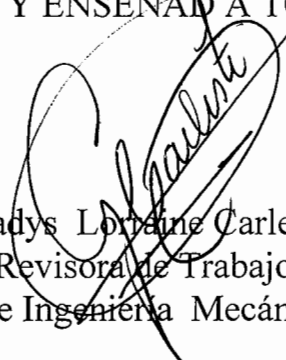
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL ENVASE PET 900 mL EN LA ETAPA DE LA SALIDA DE LA INYECTO-SOPLADORA HASTA LA LÍNEA DE ENVASADO DE ACEITE**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Alejandro Girón Barrera**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

**ID Y ENSEÑANZA A TODOS**

  
Inga. Gladys Lorraine Carles Zamarripa  
Catedrática Revisora de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala octubre de 2010.

/mgp

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

REF.DIR.EMI.005.011

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL ENVASE PET 900 mL EN LA ETAPA DE LA SALIDA DE LA INYECTO-SOPLADORA HASTA LA LÍNEA DE ENVASADO DE ACEITE**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Alejandro Girón Barrera**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2011.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DEL ENVASE PET 900 ml EN LA ETAPA DE LA SALIDA DE LA INYECTO-SOPLADORA HASTA LA LÍNEA DE ENVASADO DE ACEITE**, presentado por el estudiante universitario, **Jorge Alejandro Girón Barrera**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

A large, handwritten signature in black ink, which is mostly illegible but appears to be "Murphy Olympo Paiz Recinos".

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, enero 2011



/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

DIOS	Por iluminar mi vida con sabiduría e inteligencia.
MIS PADRES	Wilma Barrera de Girón y Arturo Girón por su amor y apoyo incondicional que siempre me brindaron.
MIS HERMANOS, PRIMOS Y TIOS	Por todos los buenos momentos que me regalan.
MIS AMIGOS	Por su compañía y amistad alegrando mi vida.
Y A USTED	Con todo respeto.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

MI ASESOR: por su apoyo y colaboración.

ALIMENTOS IDEAL, S.A.: POR ABRIRME LAS PUERTAS PARA REALIZAR EL PRESENTE TRABAJO DE GRADUACIÓN.

LA FACULTAD DE INGENIERÍA.

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

A TODAS LAS PERSONAS QUE CONTRIBUYERON EN LA REALIZACIÓN DE ESTE TRABAJO DE GRADUACIÓN.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	V
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	IX
<b>GLOSARIO</b>	XI
<b>JUSTIFICACIÓN</b>	XIII
<b>RESUMEN</b>	XV
<b>ABSTRACT</b>	XVII
<b>OBJETIVOS</b>	XIX
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XXI

### **1. ANTECEDENTES GENERALES**

1.1 Antecedentes generales de la planta de plásticos de IDEALSA	1
1.2 Elaboración de artículos plásticos por medio de procesos de Inyector-Soplado	2
1.2.1 Generalidades	3
1.2.2 Definiciones	3
1.2.3 Proceso	7
1.3 Materias primas utilizadas para elaboración de PET	10
1.3.1 Listas	11
1.3.2 Descripción	13
1.4 Herramientas de Ingeniería	14
1.4.1 Hojas electrónicas	14
1.4.2 Equipos de seguimientos y medición	14
1.4.3 Esquemas	17
1.4.4 Métodos estadísticos	17
1.4.4.1 Establecer el tamaño de la muestra	19
1.4.4.2 Métodos de muestreo	20

1.4.4.2.1	Muestreo por atributos	20
1.4.4.2.2	Muestreo por variables	21
<b>2. DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y ESTUDIO DEL MANEJO DE ENVASES PET</b>		
2.1	Proceso de manejo de envases de la planta de plásticos a salón de envasado de aceites	23
2.1.1	Diagramas de operación del proceso	23
2.1.2	Diagramas de recorrido	26
2.2	Especificaciones de envases PET	27
2.2.1	Peso	29
2.2.2	Dimensiones del envase	29
2.2.2.1	Altura del envase	29
2.2.2.2	Diámetro del cuello	29
2.3	Especificaciones visuales	30
2.3.1	Color	30
2.3.2	Distribución de material	30
2.3.3	Estabilidad	31
2.3.4	Hermeticidad	32
2.3.5	Ajuste de tapa	32
2.3.6	Defectos	33
<b>3. PROPUESTA Y MODELO A IMPLANTAR</b>		
3.1	Control estadístico de procesos	35
3.1.1	Muestreo según la MIL-STD-105D	40
3.1.1.1	Generalidades	40
3.1.1.1.1	Tamaño de la muestra	40
3.1.1.1.2	Niveles de inspección	40
3.1.1.1.3	Niveles de aceptación de calidad (NAC)	41
3.1.1.2	Proceso	41
3.1.1.2.1	Tablas para muestreo según MIL-STD-	42

	105D	
	3.1.1.2.2	Aprobación / rechazo 45
3.1.2		Inspección en el área de plásticos 47
	3.1.2.1	Descripción del proceso 48
<b>4</b>	<b>IMPLANTACIÓN DE PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>	
4.1	Prueba de inspección de la inyector-sopladora, bodega pulmón, bodega de plásticos y ordenadora de salón de envasado de aceites. 51	
	4.1.1	Prueba de medición de normalidad 55
	4.1.2	Prueba de medición de peso 55
	4.1.3	Prueba de medición de volumen 56
	4.1.4	Prueba de resistencia a la caída 57
	4.1.5	Prueba de medición dimensional corona 57
4.2	Evaluación de resultados 58	
	4.2.1	Estadísticas de resultados 58
	4.2.2	Gráficos 59
	4.2.3	Análisis de resultados 68
<b>5</b>	<b>SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA</b>	
5.1	Propuestas de mejora 71	
	5.1.1	Descripción 71
	5.1.2	Diseño y selección de equipo 72
	5.1.3	Ventajas 75
	5.1.4	Desventajas 76
5.2	Análisis costo / beneficio 77	
	5.2.1	Comparación de propuestas 78
	5.2.2	Presentación de la mejor propuesta 80
		<b>CONCLUSIONES 83</b>
		<b>RECOMENDACIONES 85</b>

**BIBLIOGRAFÍA**

87

**APÉNDICES**

89

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Resina virgen	12
2	Resina reciclada	12
3	Molino triturador de envases plásticos	13
4	Calibrador Vernier	15
5	Balanza analítica	16
6	Esquema inyector-sopladora	17
7	Diagrama de operación del proceso	24
8	Diagrama de recorrido	26
9	Color cristalino del envase	30
10	Distribución del material	31
11	Estabilidad correcta	31
12	Hermeticidad	32
13	Ajuste de tapa correcta	33
14	Defectos: puntos negros	33
15	Defectos: envase apachado	34
16	Ubicación de pruebas de inspección	52
17	Medición dimensional corona	58
18	Cpk, variación del proceso entre las tolerancias	62
19	Gráfica de altura del envase, prueba 1	63
20	Gráfica de peso del envase, prueba 1	64
21	Gráfica de volumen del envase, prueba 1	65
22	Gráfica de cuello externo del envase, prueba 1	66
23	Gráfica de cuello interno del envase, prueba 1	67

24	Caja de catón	72
25	Caja plástica	73
26	Bolsa de envases	74
27	Gráfica de inversión para compra de cajas plásticas	80



## TABLAS

I	Comparación entre gráficas de control	39
II	MIL-STD 105D Código de letras	42
III	MIL-STD 105D Tabla maestra	43
IV	MIL-STD 105D Evaluación del lote	44
V	MIL-STD 105D Tamaño de la muestra	45
VI	MIL-STD 105D Nivel de Aceptación de Calidad, NAC (AQL)	46
VII	Frecuencia de inspección	50
VIII	Mediciones variables, prueba de inspección 1	68
IX	Mediciones por atributos, prueba de inspección 1	69
X	Mediciones por atributos, prueba de inspección 2	69
XI	Mediciones por atributos, prueba de inspección 3	70
XII	Comparación de propuestas	78
XIII	Inversión para compra de cajas plásticas	79
XIV	Datos de mediciones variables, prueba de inspección 1	89
XV	Datos de mediciones por atributos, prueba de inspección 1	93
XVI	Datos de mediciones por atributos, prueba de inspección 2	97
XVII	Datos de mediciones por atributos, prueba de inspección 3	98



## LISTA DE SIMBOLOS

AQL	Acceptance Quality Level
ATP	Ácido tereftálico purificado
G	Gramos
IPA	Ácido isoftálico
Km	Kilometro
MEG	Monoetilenglico
Mg	Miligramos
mL	Mililitros
mm	Milímetro
NAC	Nivel de aceptación de la calidad
PET	Polietileno tereftalato
Q	Quetzales
$\sigma$	Desviación estándar
%	Porcentaje



## GLOSARIO

### **Aditivos PET**

Substancias agregadas en los plásticos antes, después o durante su procesamiento para modificar las propiedades o comportamiento de los plásticos.

### **Barrera multi-capa**

Tecnología desarrollada para evitar intercambios de gas entre el interior y el exterior del recipiente. Para disminuir permeabilidad, las paredes del recipiente son hechas de muchas capas que incluyen algunos herméticos.

### **Cierre o tapa**

Permite a las botellas ser herméticas aun después de que sean abiertas. Los cierres son generalmente hechos de polipropileno. Durante el proceso de reciclando un mecanismo de separación por densidad permite separar el polipropileno del PET.

### **Embalaje**

Proceso que consiste en apretar las botellas recuperadas. Las botellas se punzan primero y finalmente apretar en balas. Este proceso permite apilar y transportar fácilmente las botellas recuperadas.



## JUSTIFICACIÓN

El adecuado manejo de los envases, desde su salida en la línea de producción de plásticos hasta su entrada en la línea de envasado, es crítico para asegurar la calidad en el producto final.

Probar y por lo tanto corregir este hecho es la ventaja más importante de éste proyecto. Una vez que sea comprobado que en ese trayecto es dónde sufren daño los envases, se harán las recomendaciones más importantes que al aplicarlas creen una ventaja para evitar los actuales problemas en la línea de envasado.

Si este proyecto no se llevara a cabo, no se podría determinar la causa principal del daño que actualmente están sufriendo los envases y llegando así a la línea de envasado y por lo tanto causando problemas en el producto final.

Es importante el aporte del Ingeniero Industrial para la aplicación de técnicas estadísticas y más importante aún su análisis y conclusión con base en la información que se obtenga.

Su aporte principal es dejar una guía de cómo realizar este tipo de análisis y demostrar la utilidad de las técnicas aplicadas en procesos macro como la fabricación de envases plásticos.

Al comprobar la hipótesis se estaría validando la información para proceder a realizar los ajustes necesarios, ya sea directamente a la maquinaria de la planta de inyección y soplado de envases plásticos o enfocarse en el manejo de los envases hasta el momento que lleguen a la ordenadora en el salón de envasado de aceites.





## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Planta de Aceites y Grasas de Alimentos Ideal, S.A., ubicada en el departamento de Escuintla de la República de Guatemala, comprendida durante el segundo semestre del año 2009 y en la misma participaron todos los involucrados en el proceso de producción y almacenamiento de envases PET, delimitándose a la presentación de envase 900 mL para embotellar aceite vegetal de marca Ideal. De allí que el propósito de la presente investigación consistió en la realización del análisis mediante un estudio estadístico, la causa principal de que los envases de 900 mL, a la salida de la inyector-sopladora, lleguen con algún tipo de daño a la línea de envasado.

Este estudio se justificó por el dato que posee el porcentaje promedio mensual de merma 1.27% respecto al promedio de producción mensual 622,764 envases representando un costo de Q 65,323.21 anuales. Como función de constituir un instrumento que mejore la calidad del manejo de los envases PET en el proceso de almacenaje incluyendo el traslado, se desarrollarán dos diseños de empaque de envases: el primero es utilizar cajas de cartón y el segundo es utilizar cajas de plástico, sustituyendo al empaque actual en bolsas plásticas. Además se incluyó un nuevo puesto de inspector de la bodega de plásticos.

Primordialmente la desventaja al utilizar cajas de cartón son los escasos cinco meses de tiempo de vida, al contrario de las cajas de plástico que presentan la ventaja considerable de uso para más de veinte años. En conclusión la mejor propuesta a corto plazo es, contratar a personal calificado en materia de inspección de bodega de plásticos que desarrolle las labores propias de inspeccionar, medir y examinar los envases, utilizando el muestreo por aceptación, representando una ganancia de 57.14% anual.



## ABSTRACT

This research was conducted in the Oil and Fat Plant Alimentos Ideal, S.A., located in the Department of Escuintla in the Republic of Guatemala included in the second half of 2009 and it involved all those involved in the production process and PET containers storage, limiting the filling of 900 mL bottle to bottle Ideal brand vegetable oil, hence the purpose of this research was the realization of a statistical analysis using the main cause of that packages of 900 mL the output of the injected - blower come with some type of damage to the packaging line.

This was necessary to define the effect for the four points of inspection: inject output - blower, lung winery, cellar of plastics and online ordering machine oil packing, getting test results by non-conforming attributes, specifically Apache packages In conclusion the quality of packaging plastics in the hold of non-compliant results obtained and the main cause leading to Apache is handling containers during shipment of the product in the hold of plastic using plastic bags to protect and stack containers.

This study was justified by the data that has the average monthly percentage decline 1.27% over the average monthly production packaging 622.764 representing a cost of Q 65,323.21 annually, as a function of an instrument to improve the quality of management of PET containers in the storage process including transfer, we develop two designs of packing containers: the first is to use cardboard boxes and the second is to use plastic boxes, replacing the current packaging in plastic bags.

Primarily the disadvantage by using cardboard boxes are the only five months of life time, as opposed to plastic boxes have the considerable advantage of use for more than twenty years in finding the best short-term proposal is to have staff qualified in the field of plastics warehouse inspection

to carry out the tasks associated with inspection, measurement, and examine the packaging, using the acceptance sampling, representing a gain of 57.14% per annum.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Analizar mediante un estudio estadístico la causa principal de que los envases de 900 mL a la salida de la inyector–sopladora lleguen con algún tipo de daño a la línea de envasado.

### **Específicos**

1. Realizar pruebas a los envases de 900 mL provenientes de la inyector–sopladora.
2. Aplicar el Control Estadístico de Procesos para determinar así la causa del problema previo a su llegada a la línea de envasado.
3. Obtener gráficas para una mejor representación de los resultados.
4. Analizar los resultados obtenidos y concluir con base en estos.
5. Hacer las recomendaciones más importantes según los resultados obtenidos.
6. Presentar alternativas de solución de acuerdo con la causa de los problemas.
7. Evaluar las ventajas y desventajas de las alternativas de solución y establecer la mejor.



## INTRODUCCIÓN

El manejo adecuado de los envases repercute de manera considerable al momento de que los mismos estén listos para ser llenados, su manejo aunque parece ser una actividad poco importante, es crítico pues al darle un mal manejo estos, se afecta el resto del proceso, en este caso, el llenado de los envases.

A pesar de que los productos PET tienen una alta resistencia, diversas condiciones externas de manejo pueden afectar su estado ocasionado que se golpeen, deterioren, rompan o ensucien, lo cual perjudica el uso de los mismos en procesos posteriores.

Por lo tanto, para este producto final es indispensable implementar acciones que controlen los procesos de producción y el manejo que se les da a los envases, tanto desde que los mismos salen del proceso y pasan a bodegas hasta que se trasladan al salón de envasado.

## 1. ANTECEDENTES GENERALES

### 1.1 Antecedentes generales de la planta de plásticos de IDEALSA<sup>1</sup>

Alimentos Ideal, S.A. –IDEALSA- forma parte del grupo SAVONA. Es una empresa guatemalteca fundada en 1933, dedicada al diseño, producción, comercialización y distribución de productos alimenticios en el mercado Centro Americano, de Panamá, México, Estados Unidos y el Caribe.

La misión de IDEALSA es: “Somos una empresa guatemalteca que produce, mercadea, vende y distribuye productos alimenticios en el mercado de Centro América, México, Estados Unidos y El Caribe con precio y calidad competitiva para satisfacer las necesidades de nuestros clientes. Con el compromiso del mejoramiento continuo de nuestro negocio, buscamos una rentabilidad adecuada para nuestros accionistas y el bienestar de nuestros empleados.”

La política de calidad es: “Producir y vender Productos Alimenticios de calidad, para satisfacer las necesidades de nuestros clientes, conforme a los objetivos de la empresa, con la participación y desarrollo de nuestros empleados.”<sup>2</sup>

La planta de plásticos embotellaba aceite en envases de vidrio luego se introdujo el PVC y el Polietileno, no fue hasta hace pocos años que el PET vino a revolucionar con envases plásticos. Esta planta fue construida con el fin de

---

<sup>1</sup> Información general, documento de inducción a la empresa. Alimentos Ideal, S.A.

<sup>2</sup> MA005 Manual de Calidad, Alimentos Ideal, S.A.



auto proveer a la empresa de sus propios envases para embotellar aceites. La primera máquina inyector-sopladora AOKI se compró hace 12 años.

Con manufactura plástica en el ámbito nacional nos referimos a un extenso campo en el que día a día va surgen adelantos en los estudios realizados acerca de nuevas formas de materiales sintéticos basándose en resina plástica, así como también los avances que se están en el campo del reciclado del material plástico.

La Industria Plástica es una de las industrias más jóvenes que existen actualmente en Guatemala. En el mercado nacional, el plástico en un principio comenzó de un modo comercial, entrando al mercado de consumo con la fabricación de productos de uso doméstico.

Fue hasta el año de 1975 cuando empezó a tener un mayor auge con la introducción del plástico en el ámbito industrial, ya que se empezó a utilizar a un nivel más alto y en cantidad mucho mayor.

## **1.2 Elaboración de artículos plásticos por medio de procesos de inyector-soplado**

El objetivo de la elaboración de artículos plásticos es servir de guía en la elaboración de envases plásticos por medio de inyector-soplado de material PET desde que se solicita la producción de determinado producto hasta su apilado dentro de la planta.

### 1.2.1 Generalidades

- a. Se cuenta con máquinas marca AOKI 250 LL y SBIII 350 LL de 2 etapas y tres estaciones, son constituidas así: en la primera se inyecta el material y estructura la preforma, en la segunda se estira la preforma y se sopla en un molde donde adquiere la forma del envase y tres estaciones para expulsar el envase a la bandeja de recepción. Las máquinas transforman el material PET en forma de pellet a envase terminado.
- b. Los equipos periféricos están conformados por: compresores de baja presión, compresores de alta presión, secadores para aire a baja y alta presión, torre de enfriamiento y chiller. Además existen otros equipos auxiliares los cuales son: Autocargador, deshumificador, suavizador y bomba dosificadora. Los equipos periféricos tienen la siguiente asignación:
  - Equipos periféricos pet 1
  - Equipos periféricos pet 2
  - Equipos periféricos pet 3

### 1.2.2 Definiciones

- a) **Compresor:** es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como lo son los gases y los vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que

pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.

- b) **Secador de aire:** es el encargado de proporcionar la capacidad de secado necesario en el flujo de aire para lograr una presión constante a su capacidad normal. Si el secador debe proporcionar flujos más altos que los establecidos para su capacidad, la eficiencia y secado del aire serán afectados. Si el aire no es secado, esta agua entrará al sistema de aire comprimido, y el resultado sería pérdida de producción, problemas en la calidad de los productos y elevados costos de mantenimiento.
  
- c) **Torre de enfriamiento:** en muchos procesos industriales se necesita extraer calor de los productos en elaboración empleando para ello, agua. El agua caliente necesita a su vez, evacuar ese calor para así, poder ser reutilizada. Es en esta parte que se usan las torres de enfriamiento. La torre es una construcción generalmente cilíndrica, colocada en forma vertical. Mediante bombeo, se lleva el agua caliente a su parte superior y se le deja caer por gravedad en forma libre pero en chorros de muy pequeña sección de manera que caiga en forma de gotas para que tenga una gran superficie de contacto con el aire.

De esta manera, el agua le trasmite al aire el calor que contiene, mientras cae y el aire, sale por la parte superior, conteniendo el calor y como a consecuencias de este aumento de temperatura también aumenta la capacidad de contener vapor de agua, también se lleva una porción de ella. Por eso, muchas veces las torres de enfriamiento, muestran blancas fumarolas en su parte superior. A veces las torres de enfriamiento tienen además un sistema de ventiladores que ayudan a

que el aire ascienda por su interior, como una forma de mejorar la eficiencia del sistema

d) **Chiller:** es una unidad enfriadora de líquidos. Los aires acondicionados y los deshumificadores acondicionan el aire, mientras que un chiller, usando la misma operación de refrigeración, enfría el agua, aceite o cualquier otro fluido. Esta solución enfriada puede ser usada en un amplio rango de operaciones. Los chillers pueden ser enfriadores de aire o agua. Los chillers para enfriar el agua, incorporan el uso de torres de enfriamiento las cuales mejoran la termodinámica de los chillers en comparación con los chillers para enfriar aire. Una de las aplicaciones más comunes de los chillers en proceso es la industria plástica: enfriador del plástico caliente que es inyectado, soplado, extruido o sellado.

Descripción de responsabilidades del personal involucrados en el proceso:

- **Gerente de Producción Plásticos:** supervisa al personal bajo su cargo, indica los cambios de molde en las máquinas, determina y autoriza las mejoras que deben realizarse para la optimización del proceso, indica los estándares de producción, elabora el programa de producción de cada máquina ya sea en forma verbal o por escrito.

- **Técnico de Proceso:** realiza o asigna los cambios de moldes en las máquinas, ajusta las condiciones de operación de las máquinas dependiendo del molde montado, supervisa que las condiciones de operación de cada máquina se mantengan durante todo el proceso productivo, vela por el buen estado de la maquinaria y moldes, así como la solicitud de reparación de las

mismas, reporta al Gerente de Producción cualquier anomalía detectada en las máquinas o moldes. Llena los reportes respectivos.

- **Supervisor de Turno:** coordina el trabajo del personal a su cargo, supervisa continuamente que el personal y la maquinaria estén trabajando conforme al programa de producción, reporta cualquier anomalía encontrada en las máquinas, revisa periódicamente que los artículos elaborados en las máquinas cumplan con los estándares de producción, reporta la producción diaria. Llena los reportes respectivos.

- **Operador de AOKI:** colabora en el cambio de moldes en las máquinas inyector-sopladoras. Prepara y arranca la máquina AOKI, realiza ajustes de temperatura y presión en la máquina, supervisa continuamente el desempeño de la máquina, revisa que los envases fabricados en la máquina estén libres de defectos, empaca los envases producidos, realiza el conteo de la producción durante su turno e indica donde debe colocarse el producto terminado. Reporta cualquier anomalía al Supervisor de Turno. Llena los reportes respectivos.

- **Auxiliar de AOKI:** revisa que los envases fabricados en la máquina asignada estén libres de defectos, avisa al Operador de AOKI sobre cualquier defecto que sea repetitivo en los envases, empaca e identifica la producción, estiba las bolsas en el área asignada, lleva el conteo de la producción de la máquina asignada, realiza la mezcla de resina virgen y molida donde aplique, purga y arranca la maquina, estiba las bolsas en el área asignada.

### 1.2.3 Proceso

- Todos los días al inicio de cada turno, el Operador de AOKI que ingresa, se informa con el que egresa sobre el estado de la producción en las máquinas, o de cualquier problema con la materia prima o equipos periféricos.
  
- Cada Auxiliar de Máquina que ingresa indica en el Reporte de Producción de Máquina, la cantidad producida en la inyector-sopladora que tenía asignada y el Supervisor de Turno traslada la información al Reporte de Producción Diaria.
  
- Si la máquina está trabajando, se realiza una inspección de la máquina en busca de ruidos extraños, que no esté golpeada o quebrada en alguna de sus partes, que no existan fugas (agua, aire o aceite), que el artículo elaborado este en buenas condiciones físicas y que los controles estén funcionando correctamente. Si se encuentra alguna falla se toman las siguientes medidas.
  - o El Operador de Máquina ajusta y/o repara aquellas máquinas que presenten anomalías según los conocimientos que tenga de la misma. Si la anomalía excede a los conocimientos de este, se consulta con el Técnico de Procesos el cual procede a dar las instrucciones o revisa personalmente la máquina, si la solución del problema está fuera de su alcance, informa al Gerente de Producción y se llena una Orden de Trabajo de Mantenimiento y se entrega al responsable del Departamento de Mantenimiento.

- En el caso de no encontrarse presente el Técnico de Procesos se le avisa al Gerente de Producción para que decida sobre las acciones y pasos a tomar.
- Si se va a realizar el montaje de un molde, se le indica al Técnico de Procesos en qué máquina, qué presentación y fecha a realizarse, este a su vez da la instrucción al Operador de AOKI para que aliste el molde y la máquina.
  - Se busca el molde y sus accesorios en el gabinete correspondiente.
  - El Operador de AOKI transporta el molde y todos sus accesorios al área de trabajo.
- Se revisa que los canales del molde no se encuentren tapados y sin fugas, se revisa que las mangueras estén en buen estado.
- Antes de iniciar el cambio debe purgarse las líneas de agua de los moldes que estén instalados en la máquina, si los hay.
- Se realiza el cambio del molde, operación y ajuste según los manuales de fabricante de la maquinaria en que se está trabajando.
- Debido a las disposiciones de producción, el Gerente de Producción indica qué equipos periféricos deben de trabajar para cada máquina AOKI y de ser necesario asignará parte de estos equipos para que surtan a otras máquinas dentro o fuera del departamento.
- Se arranca la máquina según su manual del fabricante.

- Cuando la máquina comienza a inyectar se producen solamente preformas hasta que se observa de que se ha eliminado material quemado y exceso de grasa, luego se activa la función de soplo, se revisa el envase y si sale libre de defectos se empieza a empacar.
- Los envases con puntos negros u ojos de pescado son apartados eliminando primero la impureza con una cuchilla, se acumulan en una bolsa y luego son trasladados al molino de PET.
- Los envases y preformas muy contaminados o material de inyección son eliminados en la basura y reportados en el Control de Mezclas.
- A los envases que no tienen defectos se coloca en una bandeja procurando no lastimar o rallar el envase.
- Al tener en la bandeja la misma cantidad de envases que debe llevar la bolsa, se introducen en una con una base de cartón que inicialmente se ha colocado en el fondo de la bandeja.
- Se identifica la bolsa con la Etiqueta de Identificación, se apila en el lugar especificado de almacenamiento dentro del área de producción asignada.
- Las máquinas AOKI se paran únicamente por un paro programado, bajo una emergencia o mal funcionamiento en la misma con la autorización del Gerente de Producción Plásticos y para ello debe seguirse las instrucciones dadas por el manual de cada máquina.



- Durante el turno el Operador de Aoki anota en el Reporte de Tiempos Muertos, cualquier eventualidad que haya afectado el proceso productivo y al finalizar entrega del mismo al Supervisor de Turno, cuando surge algún defecto en los envases debe entregar muestras al Técnico de Procesos para que atienda la maquina luego este informa al Gerente de Producción Plásticos del problema, causa y solución.

### **1.3 Materias primas utilizadas para elaboración de PET**

PET es la abreviatura del producto químico Polietileno Tereftalato. Es un polímero (una sustancia formada por unidades moleculares idénticas conectadas entre sí para formar una cadena) elaborado a partir de los materiales siguientes: ácido tereftálico purificado (ATP), monoetilenglicol (MEG), pequeñas cantidades de ácido isoftálico (IPA) y varios aditivos y catalizadores formulados para que el proceso y las propiedades del producto sean óptimos. La producción consiste en una serie de reacciones químicas de esterificación, polimerización, corte y polimerización de estado sólido.

Se puede decir que hay varios factores que influyen en el campo industrial plástico, entre ellos se encuentran:

1. La industria plástica.
2. El precio del petróleo.
3. Materia prima para elaboración de productos plásticos.
4. Influencia de la materia prima reciclada.
5. Diferencia entre materia prima virgen y reciclada.
6. Crecimiento y evolución del mercado plástico.
7. Avance tecnológico en el área de producción.

El Polietileno Tereftalato (más conocido por sus siglas en inglés PET) es un polímero de la familia del poliéster y se usa en fibras sintéticas, envases de bebidas, alimentos u otros recipientes con características térmicas. Esta es una de las materias primas más importantes usadas por el hombre en la fabricación de fibras sintéticas.

La mayoría de la producción se destina para su uso en la obtención de fibras sintéticas, con un uso de un 60% y la producción de envases con un 30% de la demanda mundial. Con relación al uso de los textiles, el PET se refiere en sentido general a un simple "poliéster" mientras que el "PET" se usa comúnmente cuando nos referimos a su uso en varios tipos de envases. Las Botellas PET son recolectadas y procesadas con el objetivo de ser rehusadas para otros fines.

### **1.3.1 Listad**

**PET (polielieno-tereftalato)** es una resina plástica utilizada en la fabricación de envases, en la alta claridad, obteniendo un envase de pared delgada de alta resistencia.

Existen el PET virgen (Ver Figura 1) y RPET reciclado (Ver Figura 2). Para la fabricación de envases la empresa IDEALSA utiliza por lo regular un 83% de resina virgen PET y 17% de resina reciclada RPET aproximadamente.

No obstante, el recipiente con resina reciclada (RPET) resultante debe tener el mismo peso como su antecesor PET virgen y funcionar como un reemplazo directo en la línea de llenado. Tampoco plantea problemas para el reciclado en la corriente de desechos PET.

**Figura 1. Resina virgen**



Fuente: Fotografía: Jorge Alejandro Girón Barrera, Agosto 2009. Bodega de Producción de Plásticos, IDEALSA Km. 56.5 Carretera al Pacífico. Escuintla.

**Figura 2. Resina reciclada**



Fuente: Fotografía: Jorge Alejandro Girón Barrera, Agosto 2009. Bodega de Producción de Plásticos, IDEALSA Km. 56.5 Carretera al Pacífico. Escuintla.

Hoy en día varios propietarios de marcas tienen productos en el mercado en recipientes 100% de polietileno tereftalato reciclado (RPET, por sus siglas en inglés). No obstante, hacer el cambio de PET virgen a RPET requiere de un abastecimiento cuidadoso porque la calidad del material reciclado puede afectar

el color y bruma y algunos PET vírgenes han sido mejorados para proporcionar una mejor barrera, bloqueo de la luz ultravioleta o coeficiente de fricción.

RPET puede requerir algunos ajustes en el proceso en el equipo de confección de recipientes, un nivel más alto de fundición filtrando para remover las partículas no-PET o incluso los aditivos para impartir las propiedades deseadas. (Ver Figura 3).

**Figura 3. Molino triturador de envases plásticos**



Fuente: Fotografía: Jorge Alejandro Girón Barrera, Agosto 2009. Bodega de Producción de Plásticos, IDEALSA Km. 56.5 Carretera al Pacífico. Escuintla.

### **1.3.2 Descripción**

El PET se utiliza actualmente como una materia prima para envases de materiales tales como botellas y recipientes para empaquetar una amplia gama de productos alimenticios, así como otras mercancías de consumo diario. Por ejemplo, incluyen refrescos, bebidas alcohólicas, detergentes, cosméticos,

productos farmacéuticos y aceites comestibles. El PET es uno de los plásticos más consumidos en la actualidad. El Polietileno Tereftalato, mejor conocido como PET, es un plástico ligero, irrompible y reciclable al 100%. Está considerado uno de los materiales que generan más contaminación pero también es uno de los más útiles en la vida cotidiana, sobre todo si cada persona contribuye a consolidar una cultura del reciclaje de este componente.

## **1.4 Herramientas de ingeniería**

### **1.4.1 Hojas electrónicas**

Cuando intentamos realizar un trabajo que requiera mostrar datos, cálculos, resultados utilizamos una hoja de papel cuadriculado, para que así nos permita escribir estos datos en forma ordenada. Lo mismo hace una hoja electrónica, además de insertar, modificar o eliminar datos en tablas, agregar nuevas filas, columnas, la utilización automática de fórmulas, etcétera. Las hojas electrónicas siempre están conformadas por un gran número de filas y columnas, donde la intersección de una fila con una columna se denomina celda. Tanto las filas como las columnas se identifican de manera consecutiva con números y letras.

### **1.4.2 Equipos de seguimiento y medición**

Bien se sabe qué es un dispositivo de medición, la mención al concepto de seguimiento se debe a que hay equipos que no se utilizan para obtener una magnitud de una variable, con propósitos de medición, sino para conocer el

estado de algo, con el propósito de controlar el producto o el proceso. Estos otros equipos también son susceptibles de “fallar”, y su conformidad se debe evaluar aplicando técnicas de la misma índole que con los equipos de medición (técnicas metrológicas). Los equipos de medición utilizados para mediciones de envases PET son:

- El **calibrador Vernier** (Ver Figura 4): es uno de los instrumentos mecánicos para medición lineal de exteriores, medición de interiores y de profundidades más ampliamente utilizados. El vernier o nonio que poseen los calibradores actuales permiten realizar fáciles lecturas hasta 0.05 o 0.02 mm y de 0.001” o 1/128” dependiendo del sistema de graduación a utilizar (métrico o inglés). La exactitud de un calibrador vernier se debe principalmente a la exactitud de la graduación de sus escalas, el diseño de las guías del cursor, el paralelismo y perpendicularidad de sus palpadores, la mano de obra y la tecnología en su proceso de fabricación.

**Figura 4. Calibrador Vernier**



Fuente: Fotografía: Jorge Alejandro Girón Barrera, Agosto 2009. Mini-Laboratorio de Producción de Plásticos, IDEALSA Km. 56.5 Carretera al Pacífico. Escuintla.

- La **Balanza analítica**: (Ver Figura 5) es un instrumento que sirve para medir la masa. Su característica más importante es que poseen muy poca incertidumbre, lo que las hace ideales para utilizarse en mediciones muy precisas. Las balanzas analíticas generalmente son digitales, y algunas pueden desplegar la información en distintos sistemas de unidades. Por ejemplo, se puede mostrar la masa de una sustancia en gramos, con una incertidumbre de 0.00001g. (0,01 mg). Las balanzas analíticas ofrecen unas prestaciones de pesaje sin igual, son fáciles de usar gracias a su tecnología de pantalla táctil y disponen de varias opciones de conectividad. Todas estas características son fundamentales para cumplir los requisitos normativos actuales, pero también tienen un valor incalculable a la hora de aumentar la productividad y mejorar la calidad en el laboratorio.

**Figura 4. Balanza analítica**



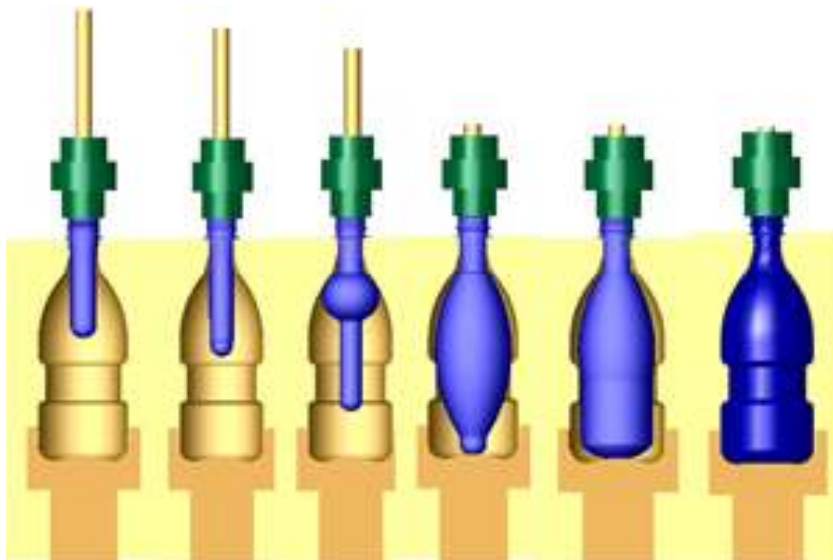
Fuente: Fotografía: Jorge Alejandro Girón Barrera, Agosto 2009. Mini-Laboratorio de Producción de Plásticos, IDEALSA Km. 56.5 Carretera al Pacífico. Escuintla.

### 1.4.3 Esquemas

El proceso de fabricar los envases se lleva a cabo en una máquina AOKI inyector-sopladora (Ver Figura 6) de una sola etapa, se suministra el material y la máquina entrega las botellas en PET, con dos estaciones, las cuales son manejadas por un disco giratorio dentro de la máquina:

1. Inyección de la preforma y acondicionamiento térmico
2. Estirado y Soplado, conformación de la botella

**Figura 6. Esquema inyector-soplado**



Fuente: [www.envases.elenaibarreche.com](http://www.envases.elenaibarreche.com), modelo por soplado.

### 1.4.4 Métodos estadísticos

Para poder dar cumplimiento a los requerimientos de validez y precisión de las pruebas es necesario utilizar una metodología estadística desde la



planificación hasta la ejecución y, luego, el posterior análisis de los resultados. El criterio básico recomendado es seleccionar un método estadístico sencillo, que se ajuste a las condiciones experimentales y que permita obtener resultados válidos.

En estos días, la estadística se ha convertido en un método efectivo para describir con exactitud los valores de datos económicos, políticos, sociales, psicológicos, biológicos o físicos, y sirve como herramienta para relacionar y analizar dichos datos. El trabajo del experto estadístico no consiste ya sólo en reunir y tabular los datos, sino sobre todo en el proceso de “interpretación” de esa información. El método estadístico guía al estadista para lograr sus metas fijadas sobre un tema estadístico.

La materia prima de la estadística consiste en conjuntos de números obtenidos al contar o medir elementos. Al recopilar datos estadísticos se ha de tener especial cuidado para garantizar que la información sea completa y correcta.

El primer problema para los estadísticos reside en determinar qué información y en qué cantidad se ha de reunir. En realidad, la dificultad al compilar un censo está en obtener el número de habitantes de forma completa y exacta; de la misma manera que un físico que quiere contar el número de colisiones por segundo entre las moléculas de un gas debe empezar determinando con precisión la naturaleza de los objetos a contar. Los estadísticos se enfrentan a un complejo problema cuando, por ejemplo, toman una muestra para un sondeo de opinión o una encuesta electoral. El seleccionar una muestra capaz de representar con exactitud las preferencias del total de la población no es tarea fácil.

#### **1.4.4.1 Establecer el tamaño de la muestra**

En estadística el tamaño de la muestra es el número de sujetos que componen la muestra extraída de una población, necesarios para que los datos obtenidos sean representativos de la población.

El determinar el tamaño de una muestra representa una parte esencial del método científico para poder llevar a cabo una investigación. Al muestreo se puede definir como el conjunto de observaciones necesarias para estudiar la distribución de determinadas características en la totalidad de una población, a partir de la observación de una parte o subconjunto de una población, denominada muestra.

El muestreo debe procurar ser representativo, ya que proporciona ventajas de índole económicas y prácticas, nos brinda la alternativa de optar por otra alternativa, ya que en lugar de investigar el total de la población, se investiga tan sólo una parte de ella, proporcionando con esto la información en forma más oportuna, eficiente y exacta, eliminando con ello recurrir a encuestar a toda la población.

También las evaluaciones pueden ser destructivas, imagínense que dentro de una planta que elabora productos alimenticios se requiere evaluar la calidad de todos sus productos para lo cual se haría necesario destaparlos, piensen que destapar todos sus productos para verificarlos, sería un completo desperdicio y gasto innecesario.

#### **1.4.4.2 Métodos de muestreo**

La primera clasificación de los planes de muestreo para aceptación podría ser la distinción entre planes de muestreo por atributos y planes de muestreo por variables dependiendo del tipo de característica de calidad que se mida. Las variables son características de calidad que se miden en una escala numérica y los atributos son características de calidad que se expresan en forma de aceptable o no aceptable.

##### **1.4.4.2.1 Muestreo por atributos**

El plan de muestreo por atributos  $(n,c)$  consiste en inspeccionar muestras aleatorias de  $n$  unidades tomadas de lotes de tamaño  $N$ , y observar el número de artículos disconformes o defectuosos  $d$  en las muestras. Si el número de artículos defectuosos  $d$  es menor que o igual a  $c$ , se aceptara el lote, si el número de dichos artículos defectuosos  $d$  es mayor que  $c$  se rechazara el lote.

Un plan de muestreo simple es un procedimiento en el que se toma una muestra aleatoria de  $n$  unidades del lote para su estudio y se determina el destino de todo el lote con base en la información contenida en la muestra.

Consiste en extraer una muestra aleatoria de  $n$  unidades de una corrida o lote original e inspeccionarla sobre las bases de aceptación o rechazo para encontrar  $c$  o menos unidades defectuosas. La curva característica de operación demuestra la bondad con que funciona el programa de muestreo. En esta curva se representan las probabilidades de aceptación,  $P_a$ , contra la proporción de unidades  $p$ , supuesta para los lotes de entrada. Dichas proporciones y los riesgos de aceptación o rechazo que implican se deducen de

la naturaleza de la curva CO y con ello se determina el programa de muestreo simple que cubre las especificaciones deseadas

#### **1.4.4.2.2 Muestreo por variables**

En los planes de muestreo de aceptación por variables se especifican el número de artículos que hay que muestrear y el criterio para juzgar los lotes cuando se obtienen datos de las mediciones respecto a la característica de calidad que interesa. Estos planes se basan generalmente en la media y desviación estándar maestras de la característica de calidad. Cuando se conoce la distribución de la característica en el lote o el proceso, es posible diseñar planes de muestreo por variables que tengan riesgos especificados de aceptar y de rechazar lotes de una calidad dada.

##### **Ventajas:**

- ✓ Se puede obtener de la misma curva característica de operación con un tamaño de muestra menor que lo requerido por un plan de muestreo por atributos.
- ✓ Cuando se utilizan pruebas destructivas, el muestreo por variables es particularmente útil para reducir los costos de inspección.
- ✓ Los datos de mediciones proporcionan normalmente más información sobre el proceso de manufactura o el lote que los datos de atributos.

##### **Desventajas:**

- ✓ Se debe conocer la distribución de la característica de calidad.
- ✓ Se debe usar un plan para cada característica de calidad que hay que inspeccionar.

- ✓ Es posible que el uso de un plan de muestreo por variable lleve al rechazo de un lote aunque la muestra que se inspecciona realmente no tenga ningún artículo defectuoso.

## **2. DIAGNÓSTICO, EVALUACIÓN Y ESTUDIO DEL MANEJO DE ENVASES PET**

### **2.1 Proceso de manejo de envases de la planta de plásticos a salón de envasado de aceites**

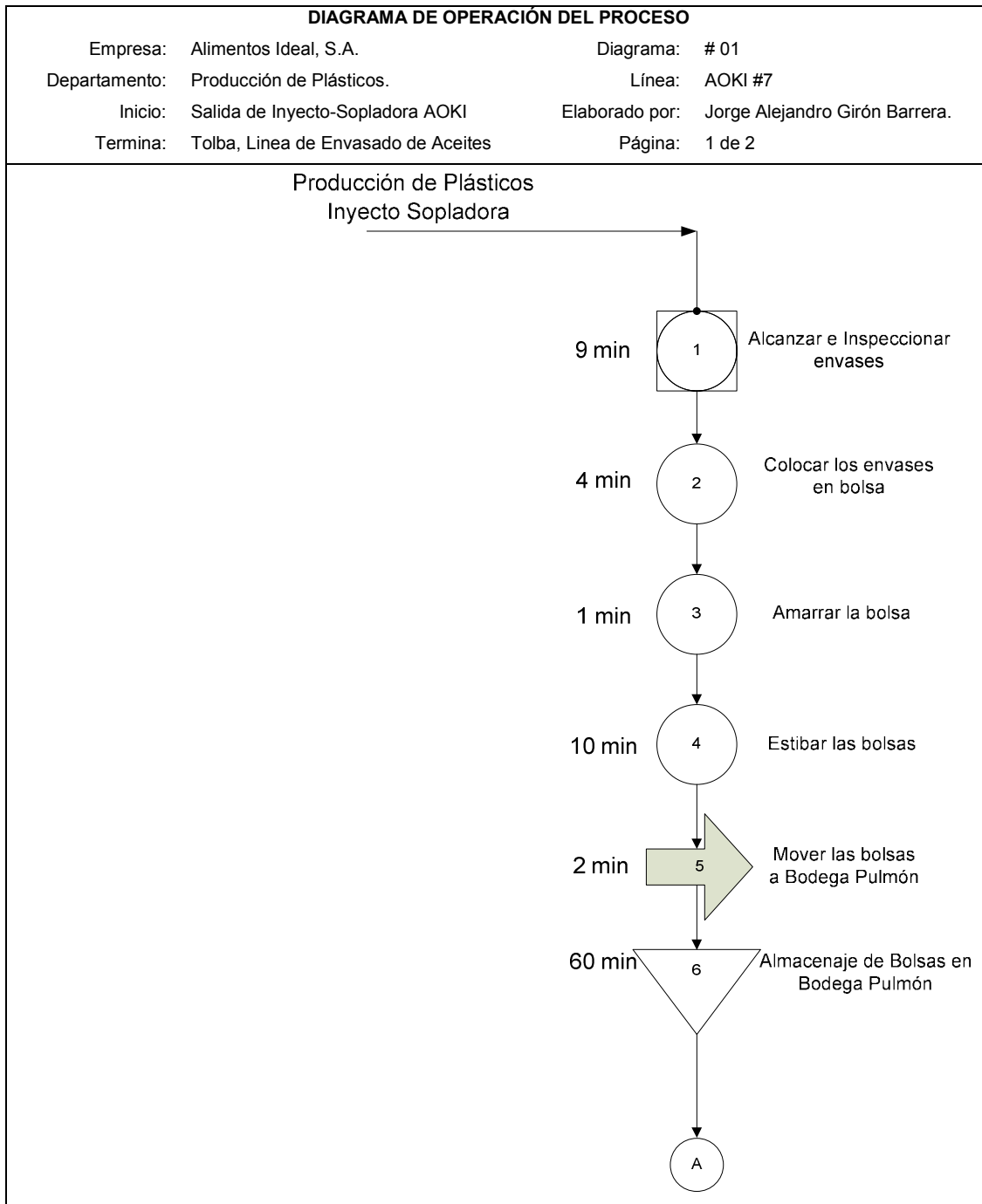
El diagnóstico de la evaluación del desempeño del envase PET 900 mL en la etapa de la salida de la inyector–sopladora hasta la línea de Envasado de Aceite. Florece la teoría; “mientras mayor sea la manipulación del envase PET 900 mL en la bodega de plásticos, más posibilidad hay de que el desempeño del envase sea defectuoso.”

#### **2.1.1 Diagramas de operación del proceso**

El diagrama de operación del proceso muestra una secuencia cronológica de todas las operaciones; en máquina, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso dado, desde la llegada de la materia prima hasta el envase terminado.

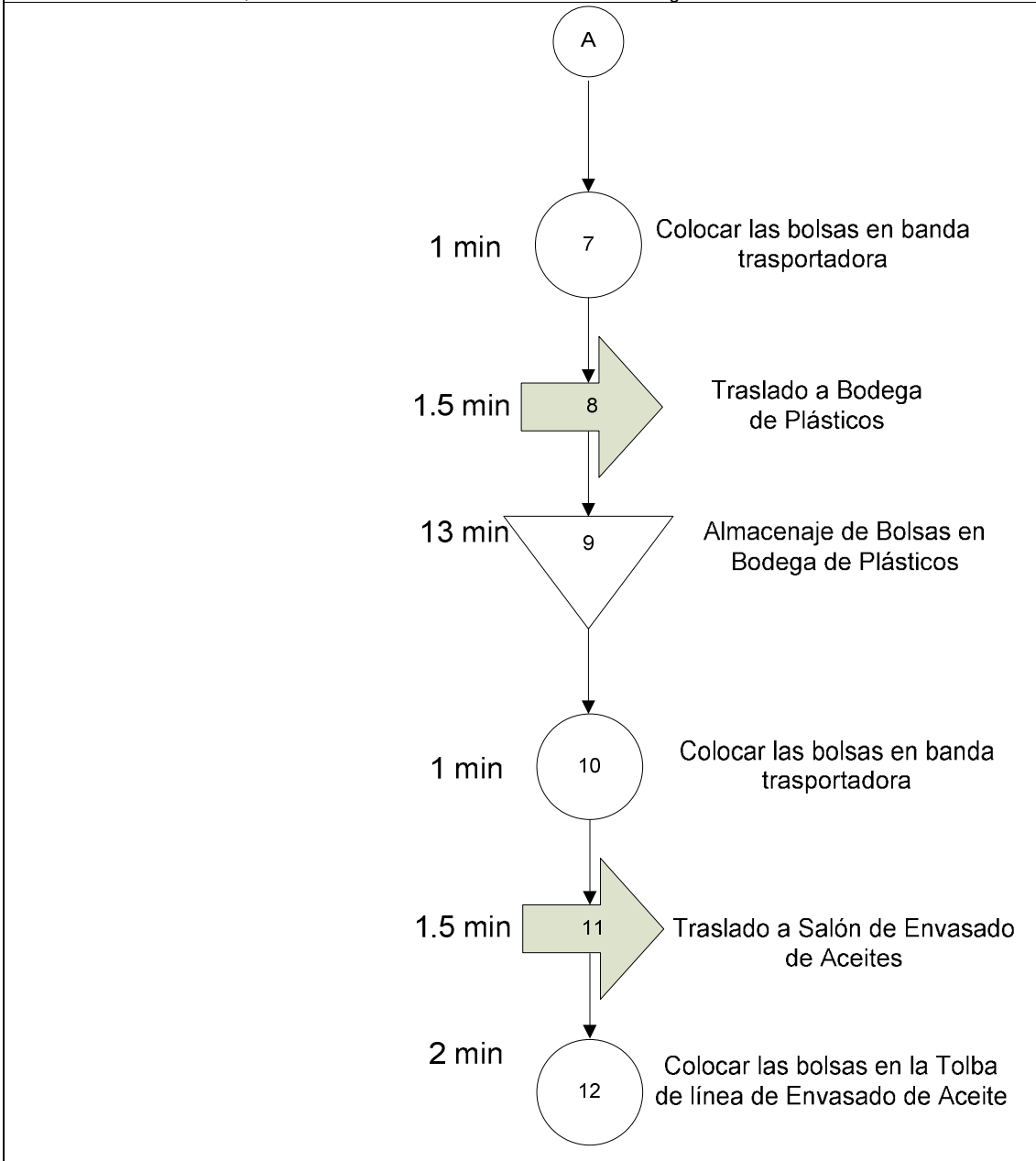
Es útil en el trabajo de distribución de equipo en la planta, el diagrama de operación del proceso de la Figura 7 comprende la elaboración del empaque actual, en una bolsa.

**Figura 7. Diagrama de operación del proceso**



**DIAGRAMA DE OPERACIÓN DEL PROCESO**

Empresa:	Alimentos Ideal, S.A.	Diagrama:	# 01
Departamento:	Producción de Plásticos.	Línea:	AOKI #7
Inicio:	Salida de Inyector-Sopladora AOKI	Elaborado por:	Jorge Alejandro Girón Barrera.
Termina:	Tolba, Línea de Envasado de Aceites	Página:	2 de 2



Fuente: Diagrama, Jorge Alejandro Girón Barera, Agosto 2009



## 2.1.2 Diagramas de recorrido

**Figura 8. Diagrama de recorrido**

Empresa: Alimentos Ideal, S.A.

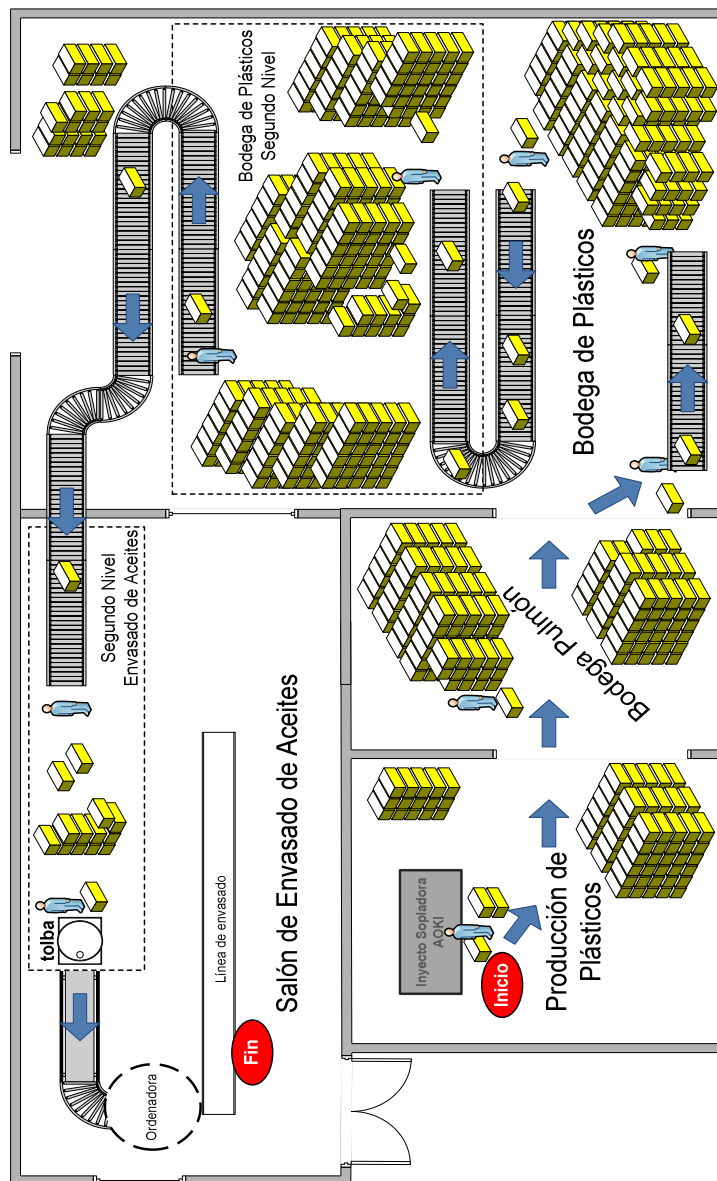
Diagrama: # 01

Inicio: Producción de Plásticos

Elaborado por: Jorge Alejandro Girón Barrera.

Termina: Línea de Envasado de Aceites

Página: 1 de 1



Fuente: Diagrama: Jorge Alejandro Girón Barrera, Agosto 2009

## **2.2 Especificaciones de envases PET**

En áreas como la ingeniería y la manufactura, el término especificación representa un documento técnico oficial que establezca de forma clara todas las características, los materiales y los servicios necesarios para producir componentes destinados a la obtención de productos. Estos incluyen requerimientos para la conservación de dichos productos, su empaquetamiento, almacenaje y marcado así como los procedimientos para determinar su obtención exitosa y medir su calidad.

Una especificación de envase es una descripción precisa y detallada, que contiene información sobre todos los aspectos necesarios, propiedades y características especiales, un envase terminado y que facilita una comunicación sin ambigüedades entre el fabricante el usuario.

Basándose en la información contenida en la especificación, el proveedor puede cotizar, fabricar y entregar los envases exactamente de acuerdo con los requisitos del comprador.

Las especificaciones del envase deberán ser lo suficientemente detalladas como para posibilitar lo anterior y, al mismo tiempo, lo suficientemente flexibles como para permitir cambios y mejoras eventuales.

Para evitar la inclusión de datos innecesarios o irreales (sobre-especificación) en la especificación del envase, es siempre recomendable discutir su formulación con el proveedor. Esto es especialmente importante en cuanto a la calidad de la materia prima (disponibilidad para el proveedor), limitaciones eventuales en los equipos de producción, posibilidades prácticas de cumplir con las tolerancias establecidas, etcétera.

Hay tres razones principales por las que hay que preparar especificaciones escritas sobre los envases que se desea adquirir:

- ✓ Para garantizar que el envase sea compatible con los requisitos del producto a envasar, con la maquinaria de envasar que se utilice, con los esfuerzos a que será sometido por el modo de transporte utilizado y con las necesidades del consumidor final.
- ✓ Para evitar malos entendidos respecto de los detalles técnicos y comerciales de la transacción
- ✓ Para servir como base de arreglo en un posible reclamo

Especificación de compra de envases:

El desarrollo de una especificación integral del envase es un proceso largo, quizá de años. Sin embargo, hay ciertos aspectos esenciales que deben ser comunicados al proveedor, desde el principio, para que pueda fabricar y entregar su producto.

Los detalles más refinados y complejos de la especificación de un envase (a veces aún controversiales), aceptables tanto para el proveedor como para el comprador, se precisarán posteriormente, como resultado de la experiencia y de discusiones conjuntas.

Las especificaciones iniciales pudieran emitirse como "guía inicial" hasta que el proveedor y el comprador estén de acuerdo con que la información provista sea completa, exacta, realista y aceptable para ambas partes.

### **2.2.1 Peso**

Límite superior 34 g

Límite inferior 32 g

### **2.2.2 Dimensiones del envase**

#### **2.2.2.1 Altura del envase**

Límite superior 297 mm

Límite inferior 293 mm

Límite central 295 mm

#### **2.2.2.2 Diámetro de cuello**

Diámetro del cuello externo:

Límite superior 31.4 mm

Límite inferior 31.0 mm

Límite central 31.2 mm

Diámetro del cuello interno:

Límite superior 28.7 mm

Límite inferior 24.4 mm

Límite central 26.4 mm

## **2.3 Especificaciones visuales**

### **2.3.1 Color**

Cuando la luz se refracta a través de un cristal, parte de ella queda absorbida y parte de las radiaciones atraviesan el cristal se habla de material transparente para formar el color cristalino del envase.

**Figura 9. Color cristalino del envase**



Fuente: Fotografía: Jorge Alejandro Girón Barrera, Agosto 2009. Mini-Laboratorio de Producción de Plásticos, IDEALSA Km. 56.5 Carretera al Pacífico. Escuintla.

### **2.3.2 Distribución de material**

La distribución de material es correcta cuando el punto de inyección en el fondo del envase, se encuentra centrado.

**Figura 10. Distribución del material**



Fuente: Fotografía: Jorge Alejandro Girón Barrera, Agosto 2009. Mini-Laboratorio de Producción de Plásticos, IDEALSA Km. 56.5 Carretera al Pacífico. Escuintla.

### **2.3.3 Estabilidad**

Estabilidad correcta es la capacidad de mantener la permanencia.

**Figura 11. Estabilidad correcta**



Fuente: Fotografía: Jorge Alejandro Girón Barrera, Agosto 2009. Mini-Laboratorio de Producción de Plásticos, IDEALSA Km. 56.5 Carretera al Pacífico. Escuintla.

#### **2.3.4 Hermeticidad**

También conocida como impenetrabilidad. Se considera hermeticidad adecuada, cuando no tiene agujeros en el envase.

**Figura 12. Hermeticidad**



Fuente: Fotografía: Jorge Alejandro Girón Barrera, Agosto 2009. Mini-Laboratorio de Producción de Plásticos, IDEALSA Km. 56.5 Carretera al Pacífico. Escuintla.

#### **2.3.5 Ajuste de tapa**

Ajuste de tapa correcta se produce al usar al tamaño justo o adecuado.

**Figura 13. Ajuste de tapa correcta**



Fuente: Fotografía: Jorge Alejandro Girón Barrera, Agosto 2009. Mini-Laboratorio de Producción de Plásticos, IDEALSA Km. 56.5 Carretera al Pacífico. Escuintla.

### **2.3.6 Defectos**

Puntos negros (Ver Figura 14) en los envases, es resultado de resina quemada, es considerada como contaminación y no se toma en cuenta en la producción de envasado, por lo cual es desperdicio. Envases Apachados (ver Figura 15) ocasionados por cualquier golpe es considerado como merma.

**Figura 14. Defectos: puntos negros**



Fuente: Fotografía: Jorge Alejandro Girón Barrera, Agosto 2009. Mini-Laboratorio de Producción de Plásticos, IDEALSA Km. 56.5 Carretera al Pacífico. Escuintla.



**Figura 15. Defectos: envase deformado**



Fuente: Fotografía: Jorge Alejandro Girón Barrera, Agosto 2009. Mini-Laboratorio de Producción de Plásticos, IDEALSA Km 56.5 Carretera al Pacífico. Escuintla.

### 3. PROPUESTA Y MODELO A IMPLANTAR

#### 3.1 Control estadístico de procesos<sup>3</sup>

El objetivo de realizar un control estadístico de procesos es describir el método para la implantación del control estadístico de procesos el cual sirve de guía para la medición y seguimiento de las características del producto de tal manera que se verifique el cumplimiento de los requisitos establecidos como críticos para la calidad del producto.

Definiciones:

- **Proceso:** éste se refiere a alguna combinación única de máquinas, herramientas, métodos, materiales y personas involucradas en la manufactura de un producto.
- **Control Estadístico de procesos (CEP):** es la aplicación de los métodos estadísticos a la medición y análisis de la variación en cualquier proceso.
- **Gráfico de control:** es una comparación gráfica en el cual se representan los valores de algún tipo de medición realizada durante el funcionamiento de un proceso continuo y que sirven para controlar dicho proceso con los “límites de control estadístico” calculados, dibujados como rectas limitantes sobre la gráfica.

---

<sup>3</sup> Procedimiento Departamental PD261 Control Estadístico del Proceso Edición 02 / Septiembre 14, 2004. Documentación, IDEALSA Km. 56.5 Carretera al Pacífico. Escuintla.

- **Capacidad del proceso ( $Cp_k$ ):** es la aptitud del proceso para generar un producto, dada su variación natural, capaz de cumplir con las *especificaciones* establecidas. El valor de  $Cp_k$  para considerar que el proceso es capaz de cumplir con los límites de especificación debe ser mayor o igual a 1.
- **Porcentaje de Rango de Capacidad (CR%):** indica cuanto varía el resultado real obtenido en una variable, con respecto a los límites esperados. Criterio de Éxito =  $CR\% < 75\%$ .
- **NWA Quality Analyst:** Software que se utilizan en el análisis de datos de las características del producto en proceso y producto terminado para determinar estadísticamente los límites de control y la capacidad del proceso ( $Cp_k$ ).
- Un producto que esté fuera de los límites de control no necesariamente esta fuera de los límites de especificación del cual dependerá las acciones a tomar.

Descripción de responsabilidades del personal involucrados en el proceso:

- **Gerente de Control de Calidad:** es responsable de identificar la necesidad de implantar el control estadístico en los procesos durante la realización del producto; para establecer, controlar, verificar las características del producto y determinar la capacidad de los procesos críticos por calidad e informar sobre los resultados y acciones tomadas.
- **El Personal de Producción y Control de calidad:** son responsables de realizar las mediciones de las características del producto y conservar los registros durante la recolección de datos en los gráficos de control del proceso.

- **Gerente de Producción:** asegurarse que el proceso este bajo control estadístico y de no ser así tomar las acciones apropiadas e investigar la causa de la variabilidad del mismo.

- o Proceso

Cuando hay cambio de especificaciones de materias primas, especificaciones de producto terminado y cambios en las condiciones y variables del proceso, el Gerente de Control de calidad realiza lo siguiente:

- Identifica las variables del proceso y las condiciones de acuerdo a las características del producto terminado.
- Elige los métodos de medición que proporcionarán el tipo de datos necesarios para el diagnóstico de problemas y determinación estadística de los límites de control del proceso.
- Determina la frecuencia en el proceso de producción para elegir causas asignables.
- Elige el tipo de gráfico de control según la Tabla I “Comparación entre gráficos de control”.
- Selecciona el subgrupo determinado por el número de unidades inspeccionadas en el proceso.
- Calcula el promedio y los límites de control en base al historial de los datos registrados en el software NWA Quality Analyst.
- Analiza los datos en base a los resultados del los límites de control y capacidad del proceso utilizando una distribución normal de 3 sigma ( $\sigma$ )
  - o Cuando se tiene variabilidad en el proceso y la Capacidad del proceso ( $Cp_k$ ) es menor que 1, se elimina los datos que representan mayor desviación y de ser necesario se amplía la distribución normal a 6 sigma ( $\sigma$ ).

- Sí no existe variabilidad en el proceso, se establece el sistema de recolección de datos implementando los límites de control en el Gráfico de Control Estadístico del Proceso.
- Proporciona instrucciones específicas sobre la interpretación de los resultados y las acciones apropiadas que deben tomar el personal de producción según Guía para el Control Estadístico de Procesos cuando el proceso se encuentra fuera de control.
- El personal de producción y/o personal de control de calidad registra el promedio de las mediciones realizadas en el subgrupo de cada muestra.
- El personal de control de calidad ingresa los datos en el Software NWA Quality Analyst.
- El Gerente de Control de Calidad y/o Asistente analizan los resultados obtenidos, determinado el porcentaje de rango de capacidad (CR%).
- El Gerente de Control de Calidad informa sobre los resultados de CR% obtenidos, en la presentación de indicadores clave del comité de calidad.

**Tabla I. Comparación entre gráficas de control**

Gráficas de tendencias estadística	Aspectos a Considerar				
	Tipos de datos	Campo general de aplicación	Ventajas significativas	Desventajas significativas	Tamaño de muestra
<b>Gráfico X Promedio Gráfico ( R ) Rangos</b>	Datos de variables (valores medidos de una característica)	Control de características individuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Proporciona una utilización máxima de la información disponible de los datos.</li> <li>✓ Proporciona información detallada sobre el promedio del proceso y la variación para el control individual de las dimensiones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ No se entiende a menos que se dé capacitación; puede causar confusión entre los límites de control y los límites de especificación.</li> <li>✓ No se puede utilizar con datos del tipo seguir/parar</li> </ul>	Por lo general de 4 a 5 unidades.
<b>Porcentaje no conforme Gráfico ( p )</b>	Datos de atributos (número de unidades defectuosas de un producto)	Control de la fracción global de unidades defectuosas de un proceso	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los datos requeridos con frecuencia están disponibles en los registros de inspección.</li> <li>2. Todo el personal lo entiende con facilidad.</li> <li>3. Proporciona una visión global de la calidad.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ No proporciona información detallada del control de características individuales.</li> <li>✓ No se reconoce distintos grados de defectos en las unidades del producto.</li> </ul>	Utiliza los resultados de la inspección o muestras de 25, 50 o 100.
<b>Número de No Conformidades. Grafico ( c )</b>	Datos de atributos (número de defectos por unidad de producto)	Control de número global de defectos por unidad.	Algunas ventajas como la gráfica <i>p</i> pero también proporciona una medida de defectos.	No proporciona información detallada del control de las características individuales.	Cualquier unidad conveniente de producto.

Fuente: Procedimiento Departamental PD261 Control Estadístico del Proceso

Edición 02 / Septiembre 14, 2004. Documentación, IDEALSA Km. 56.5

Carretera al Pacífico. Escuintla.

### **3.1.1 Muestreo según la MIL-STD-105D<sup>4</sup>**

El objetivo de hacer un muestreo es describir el sistema a ser utilizado para el muestreo y aceptación / rechazo de productos según la MIL-STD-105D.

#### **3.1.1.1 Generalidades**

Este estudio se utiliza para realizar muestreos, para la aceptación / rechazo de productos.

##### **3.1.1.1.1 Tamaño de la muestra**

Número de unidades que se deberán inspeccionar, dentro del lote que está siendo evaluado. El código alfanumérico se asigna de acuerdo al tamaño de la muestra.

##### **3.1.1.1.2 Niveles de Inspección**

Nivel que define el grado de detalle con el que se realizará la inspección de Control de Calidad. Para el MIL – STD 105D están definidos:

- Nivel I – Menos estricto,
- Nivel II – Normal, y
- Nivel III – Más estricto.
- Además de cuatro grados de inspección especial, siendo el menos estricto el S-1.

---

<sup>4</sup> La Norma MIL-STD 105D, es una Norma Militar publicada en 1963 (ANSI/ASQC Z1.4)

Nota: se definen para la realización de este trabajo de graduación, los siguientes niveles de inspección:

- S-4: Reducido
  - I: Normal, nivel a utilizar.
  - II: Estricto.
- El cambio de un nivel Normal a un nivel Estricto se hará cuando:  
Se rechacen dos de cada cinco lotes consecutivos en la inspección Normal.
  - El cambio de un nivel Normal a un nivel Reducido se hará cuando:  
Diez lotes consecutivos del mismo producto han sido aprobados con un nivel de inspección Normal.

#### **3.1.1.1.3 Nivel de aceptación de calidad (NAC = AQL)**

Define la cantidad de errores de calidad por cada 100 unidades que son aceptables para un producto. Este término AQL significa Acceptance Quality Level, por sus signas

- Un error de calidad es un elemento o unidad de la muestra que tiene una o más características fuera del rango de aceptación.

#### **3.1.1.2 Proceso**

Definición del Código de Muestreo:

- Primero: verifique el *Tamaño del lote*, siendo este la cantidad de unidades del producto que fueron recibidas o que conforman el lote.  
Establezca el *Código de Muestreo* en la Tabla II, en el nivel de inspección definido en el inciso.
- Segundo: defina el *Tamaño de la Muestra*, en la Tabla II, utilizando el código de muestreo.



- Tercero: tome aleatoriamente la muestra del producto, según el Tamaño de Muestra establecido en el inciso anterior.
- Cuarto: cada elemento o unidad de la muestra se somete al total de pruebas o análisis establecidos.
- Quinto: se define el NAC (AQL) a utilizar igual a 4.0, lo que significa que se acepta un 4% de defectuosos en el total de unidades del lote.

### 3.1.1.1.2 Tablas para muestreo según MIL-STD 105D

La tabla Código de Letras, define del Código de Muestreo del Lote según el tamaño del Lote y el Nivel de Inspección (Ver Tabla II) y la Tabla Maestra, define de la cantidad a muestrear y del rango de Aceptación y Rechazo, según el NAC (AQL) Nivel de Calidad de Aceptación y el Código de Muestreo (Ver Tabla III).

**Tabla II. MIL – STD 105D Código de letras**

TAMAÑO DE LOTE (L)		NIVEL DE INSPECCION		
DE	HASTA	S – 4 Reducido	I Normal	II Estricto
2	8	A	A	A
9	15	A	A	B
16	25	B	B	C
26	50	C	C	D
51	90	C	C	E
91	150	D	D	F
151	280	E	E	G
281	500	E	F	H
501	1,200	F	G	J
1,201	3,200	G	H	K
3,201	10,000	G	J	L
10,001	35,000	H	K	M
35,001	150,000	J	L	N
150,001	500,000	J	M	P
500,000	> 500,000	K	N	Q

Fuente: Procedimiento Departamental PD199 Muestreo según MIL-STD 105D.

Edición 02 / Noviembre 06, 2003. Documentación, IDEALSA Km. 56.5 Carretera al Pacífico. Escuintla.

Tabla III. MIL – STD 105D Tabla maestra

Código de Muestreo	Tamaño de la Muestra	0.1		0.15		0.25		0.4		0.65		1		1.5		2.5		4	
		AC	RE	AC	RE	AC	RE	AC	RE	AC	RE	AC	RE	AC	RE	AC	RE	AC	RE
A	2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
A	2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
B	3	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
C	5	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
C	5	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
D	8	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
E	13	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	2
F	20	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	2	2	3
G	32	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	2	2	3	3	4
H	50	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	2	2	3	3	4	5	6
J	80	0	1	0	1	0	1	0	1	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8
K	125	0	1	0	1	0	1	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11
L	200	0	1	1	2	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15
M	315	1	2	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22
N	500	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	21	22

Fuente: Procedimiento Departamental PD199 Muestreo según MIL-STD 105D. Edición 02 / Noviembre 06, 2003. Documentación, IDEALSA Km. 56.5 Carretera al Pacífico. Escuintla.

Determinando el tamaño de la muestra, unidades a inspeccionar y frecuencia del lote que se está evaluando:

Producción de Máquina AOKI, Envase Ideal PET 900 mL

Molde BO-1070 de 8 cavidades → 8 envases por molde

- ✓ Un turno de 12 horas → 19,200 unidades, capacidad de 100%
- ✓ Un turno de 12 horas → 17,280 unidades, capacidad actual de 90%

Horas de muestreo;

- ✓ 8 horas evaluadas → **11,520 unidades Tamaño de Lote (L)**
- ✓ Lote que se está evaluando **11,520** de 10,001 hasta 35,000 (Ver Tabla IV).

- ✓ Nivel de Inspección I Normal → **K = 125 Tamaño de la Muestra** (Ver Tabla V).

**Tabla IV. MIL – STD 105D Evaluación del lote.**

TAMAÑO DE LOTE (L)		NIVEL DE INSPECCION		
DE	HASTA	S – 4 Reducido	I Normal	II Estricto
2	8	A	A	A
9	15	A	A	B
16	25	B	B	C
26	50	C	C	D
51	90	C	C	E
91	150	D	D	F
151	280	E	E	G
281	500	E	F	H
501	1,200	F	G	J
1,201	3,200	G	H	K
3,201	10,000	G	J	L
10.001	35.000	H	K	M
35,001	150,000	J	L	N
150,001	500,000	J	M	P
500,000	> 500,000	K	N	Q

Fuente: Procedimiento Departamental PD199 Muestreo según MIL-STD 105D.  
Edición 02 / Noviembre 06, 2003. Documentación, IDEALSA Km. 56.5 Carretera  
al Pacífico. Escuintla.

**Tabla V. MIL – STD 105D Tamaño de la Muestra.**

<b>Código de Muestreo</b>	<b>Tamaño de la Muestra</b>
A	2
A	2
B	3
C	5
C	5
D	8
E	13
F	20
G	32
H	50
J	80
K	125
L	200
M	315
N	500

Fuente: Procedimiento Departamental PD199 Muestreo según MIL-STD 105D. Edición 02 / Noviembre 06, 2003. Documentación, IDEALSA Km. 56.5 Carretera al Pacífico. Escuintla.

### **3.1.1.2.2 Aprobación / Rechazo**

- Primero: se evalúa cada elemento o unidad de la muestra contra el total de características establecidas en los criterios definidos para el estudio.
- Segundo: se establece el total de *Errores de Calidad* obtenidos en la muestra; siendo este el número de elementos que tuvieron por lo menos una característica fuera del rango de aceptación.
- Tercero: se define la cantidad de errores que son aceptables en la muestra.
- Cuarto: se define el NAC (AQL) a utilizar igual a 4.0, lo que significa que se acepta un 4% de defectuosos en el total de unidades del lote (Ver Tabla VI).

- Quinto: si el total de Errores de Calidad es menor o igual a AC se acepta el lote.
- Sexto: en caso contrario (Total de Errores de Calidad igual o mayor al número establecido en la columna RE) se rechaza el lote.

NAC (AQL) = 4.0 → 4% de defectuosos en el total de unidades del lote.

Si el total de Errores de Calidad:

- ✓ Menor o igual a **AC = 10** se acepta el lote.
- ✓ Mayor o igual a **RE = 11** se rechaza el lote.

**Tabla VI. MIL – STD 105D Nivel de Aceptación de Calidad, NAC (AQL)**

Código de Muestreo	Tamaño de la Muestra	0.1		0.15		0.25		0.4		0.65		1		1.5		2.5		4	
		AC	RE	AC	RE	AC	RE	AC	RE	AC	RE	AC	RE	AC	RE	AC	RE	AC	RE
A	2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
A	2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
B	3	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
C	5	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
C	5	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
D	8	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
E	13	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	2
F	20	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	2	2	3
G	32	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	2	2	3	3	4
H	50	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	2	2	3	3	4	5	6
J	80	0	1	0	1	0	1	0	1	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8
K	125	0	1	0	1	0	1	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11
L	200	0	1	1	2	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15
M	315	1	2	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22
N	500	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	10	11	14	15	21	22	21	22

Fuente: Procedimiento Departamental PD199 Muestreo según MIL-STD 105D.

Edición 02 / Noviembre 06, 2003. Documentación, IDEALSA Km. 56.5 Carretera al Pacífico. Escuintla.

### 3.1.2 Inspección en el área de plásticos

El objetivo es describir el proceso de inspección del envase Ideal PET 900 mL elaborado en el área de plásticos para verificar la calidad de este, desde que se toma la muestra hasta la entrega de resultados.

#### Generalidades

- En el departamento de plásticos se elaboran los productos plásticos de las diferentes presentaciones de aceite.
- Las características especificadas serán tomadas como información general, las características críticas que se muestrearan aleatoriamente serán las enmarcadas.
- Corona es el número de identificación de preforma inyectada, hasta el número de cavidades que tenga la placa.
- Placa es el lugar de alojamiento de las diferentes coronas.
- El proceso de fabricar los envases se lleva a cabo en una máquina AOKI (Inyector-sopladora) de una sola etapa. Se suministra el material y la máquina entrega las botellas en PET con tres estaciones, las cuales son manejadas por un disco giratorio dentro de la máquina;
  - Inyección de la preforma y acondicionamiento térmico
  - Estirado y Soplado, conformación de la botella
  - Expulsión del producto terminado

#### Descripción de responsabilidades del personal involucrado en el proceso:

- El Analista de Área de Plásticos es responsable de tomar muestras, realizar los análisis, llevar los formularios requeridos y entregar los resultados.

- El Gerente o Asistente de Control de Calidad es responsable de asegurar el cumplimiento de este procedimiento, velar por la calidad del producto y revisar los registros generados cuando lo considere necesario.
- El Gerente de Producción es responsable de que los productos se elaboren cumpliendo con las especificaciones establecidas y, cuando se detecte incumplimiento de estas, llevar a cabo las acciones necesarias para corregir las desviaciones encontradas.

### **3.1.2.1 Descripción del proceso**

- El Analista toma muestras de los productos elaborados según el tamaño de la muestra y frecuencia del muestreo, luego lleva las muestras al laboratorio de Control de Calidad y les analiza las características especificadas.
- Anota los resultados de los análisis en el formato Control de Calidad en Línea y los compara con las especificaciones, si los resultados están dentro de las especificaciones indica en el Formulario Control de Calidad en Línea, que el producto es “Aprobado”, de lo contrario anota “Rechazado”.
- Al terminar de analizar todas las muestras, el Analista llena el Reporte del promedio diario de inspección a Inyección y Soplado. Si el promedio de los resultados por máquina se encuentra dentro de las especificaciones, lo indica que el producto es “Aprobado”.
- Cuando el promedio de los resultados por máquina se encuentran fuera de especificación se hace lo siguiente:
  - o El Analista indica que el producto es “Rechazado”, cuando los resultados están fuera de especificación con el Formulario Control de Producto no Conforme.

- Toma nuevamente muestras del producto que esta fuera de especificación y las analiza

**Nota:** si los resultados están nuevamente fuera de especificación se notifica al Gerente o Asistente de Control de Calidad y al Gerente de Producción y se procede como Producto no Conforme.

Definiendo la Frecuencia de Inspección (Ver Tabla VII).

- 8 horas → 125 envases.
- 20 muestras cada 24 minutos de 6 o 7 unidades para sumar 125 unidades.



**Tabla VII. Frecuencia de Inspección**

<b>Hora</b>	<b>Muestras</b>	<b>Unidades a inspeccionar</b>
08:00	1	6
08:24	2	6
08:48	3	6
09:12	4	6
09:36	5	6
10:00	6	6
10:24	7	6
10:48	8	6
11:12	9	6
11:36	10	6
12:00	11	6
12:24	12	6
12:48	13	6
13:12	14	6
13:36	15	6
14:00	16	7
14:24	17	7
14:48	18	7
15:12	19	7
15:36	20	7
Total de Envases		125

Fuente: Jorge Alejandro Girón Barrera, detalle de datos para la inspección, (ver inciso 3.1.2.1 Descripción del Proceso)

## **4. IMPLANTACIÓN DE PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

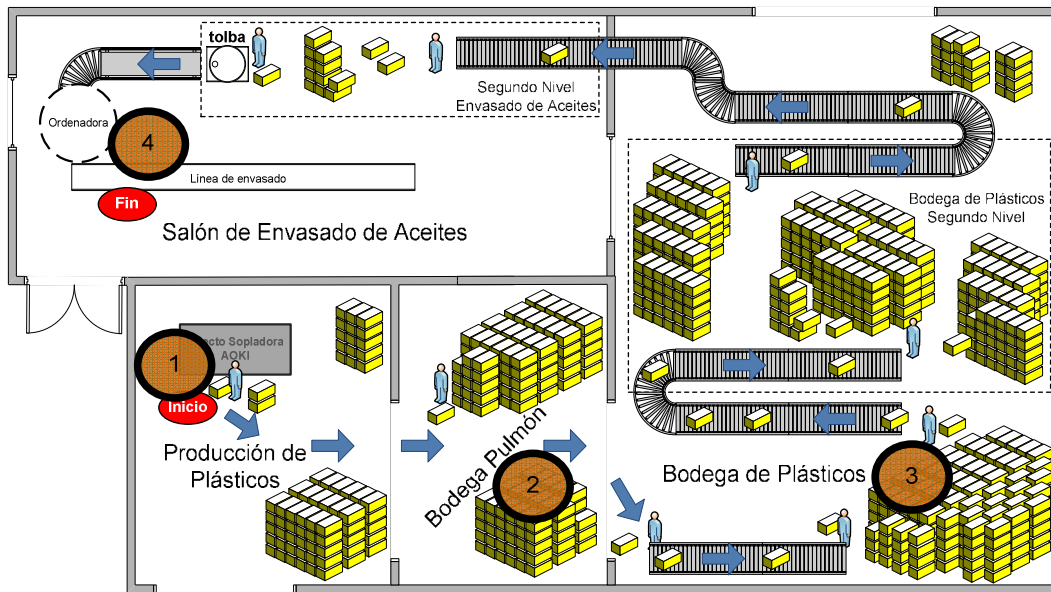
### **4.1 Prueba de inspección en la inyector-sopladora, bodega pulmón, bodega de plásticos y máquina ordenadora de envases en salón de envasado de aceites**

Las pruebas permiten la obtención de resultados en un menor tiempo, facilitan el diagnóstico y la toma de decisiones.

Las pruebas de inspección se realizarán en 4 lugares (Ver Figura 16):

- 1) Salida de la Máquina AOKI Inyector-Sopladora.
- 2) En la Bodega Pulmón
- 3) En la Bodega de Plásticos
- 4) En Máquina Ordenadora de Envases en Salón de Envasado de Aceites

**Figura 16. Ubicación de pruebas de inspección**



Fuente: Diagrama: Jorge Alejandro Girón Barrera, Agosto 2009

**Descripción:**

**Prueba de Inspección No. 01: Salida de la Máquina AOKI Inyector-Sopladora**

**Objetivo de Prueba de Inspección No. 01**

- Verificar la calidad de los envases producidos en la planta de plásticos de la Salida de la Máquina AOKI Inyector-Sopladora utilizando técnicas estadísticas y poder establecer si el proceso de manufactura está controlado y si es capaz de producir productos dentro de los límites especificados.

Metodología: Tamaño de la muestra establecido según MIL-STD 105D. → 125

#### Envases

- Frecuencia del muestreo: cada 24 minutos → 20 Muestras
- Muestreo totalmente al azar
- Características Evaluadas:
  - Mediciones Variables
    - Altura del Envase
    - Peso del Envase
    - Volumen del Envase
    - Cuello Externo del Envase
    - Cuello Interno del Envase
  - Mediciones por Atributos
    - Resistencia a la Caída
    - Color del Envase
    - Distribución del Material
    - Estabilidad Correcta
    - Ajuste de Tapa Correcta
    - Puntos Negros
    - Burbujas
    - Envases Apachados

#### **Prueba de Inspección No. 02: Bodega Pulmón**

##### Objetivo de Prueba de Inspección No. 02

- Verificar la calidad de los envases que se encuentran en la bodega de pulmón hacia la salida a la bodega de plásticos utilizando técnicas estadísticas por atributos y poder establecer si el proceso de manufactura está controlado.

Metodología: Tamaño de la muestra establecido según MIL-STD 105D. →  
125 Envases

- Muestreo totalmente al azar
- Característica Evaluada:
  - Envases Apachados

### **Prueba de Inspección No. 03:** En la Bodega de Plásticos

Objetivo de Prueba de Inspección No. 03

- Verificar la calidad de los envases que se encuentran en la bodega de plásticos hacia la Máquina Ordenadora en el Salón de Envasado de Aceites utilizando técnicas estadísticas por atributos y poder establecer si el proceso de manufactura está controlado.

Metodología

- Tamaño de la muestra establecido según MIL-STD 105D. → 125 Envases
- Muestreo totalmente al azar
- Característica Evaluada:
  - Envases Apachados

### **Prueba de Inspección No. 04:** Máquina Ordenadora de Envases en Salón de Envasado de Aceites

Objetivo de Prueba de Inspección No. 04

- Verificar la calidad de los envases que se encuentran en la salida de la Máquina Ordenadora de Envases del Salón de Envasado de Aceites.

utilizando técnicas estadísticas por atributos y poder establecer si el proceso de manufactura está controlado.

#### Metodología

- Tamaño de la muestra establecido según MIL-STD 105D. → 125
- Envases
- Muestreo totalmente al azar
- Característica Evaluada:
  - Envases Apachados

#### **4.1.1 Prueba de medición de normalidad**

1. Colocar la presentación del envase a muestrear en la base y asegurar con los topes a fin de evitar movimientos a lo largo y/o ancho de la base.
2. Mover la guía hasta que este a nivel de la parte superior de la boca de la botella, ver el valor que indica.
3. Si la altura medida es igual al de la especificación del envase seleccionado; entonces pasa la prueba y en el caso contrario se considera defectuoso.

#### **4.1.2 Prueba de medición de peso**

1. Tomar un envase de la presentación a muestrear.
2. Verificar que esté completamente vacío y no tenga ningún accesorio adicional.
3. Verificar que la balanza (Ver Figura 5) marque cero y este en las unidades de peso requeridas, normalmente en gramos.

4. Colocar el envase encima de la plataforma de la balanza y tomar la medida.
5. Comparar con las especificaciones del envase seleccionado y si esta dentro del rango de peso se acepta el envase, caso contrario el envase esta fuera de norma.

#### **4.1.3 Prueba de medición de volumen**

1. Colocar en una balanza (Ver Figura 5) el envase de la presentación a muestrear y tarar.
2. Llenar el envase con agua dejando una cámara de aire según indique la especificación del mismo, esta distancia puede tomarse con el Vernier o una regla previamente calibrada.
3. Colocar nuevamente en la balanza y tomar el peso que indica.
4. Tomar el peso del agua como la capacidad en mililitros.
5. Comparar con las especificaciones del volumen de Línea de llenado del envase seleccionado y si esta dentro del rango de capacidad se acepta el envase, caso contrario el envase esta fuera de norma.
6. Al mismo envase agregarle agua hasta el rebalse y tomar la medida de peso en la balanza.
7. Tomar el peso del agua como la capacidad en mililitros.
8. Comparar con las especificaciones del volumen del envase seleccionado, si el valor esta dentro del rango de capacidad se acepta el envase, caso contrario esta fuera de la norma.

#### **4.1.4 Prueba de resistencia a la caída**

1. Llenar el envase de la presentación a muestrear con agua dejando una cámara de aire de 15 mm Cerrar con la tapa correspondiente.
2. Colocar en la parte superior del tubo de prueba y dejarlo caer desde una altura de 1.20 metros.
3. Extraer el envase por la ventana de extracción y verificar las condiciones del mismo. Si tiene fuga o expulsa la tapa indica que no pasa la prueba, caso contrario dejar caer nuevamente y repetir la verificación del envase.
4. El envase pasa la prueba si después de dos impactos no tiene ninguna fuga.

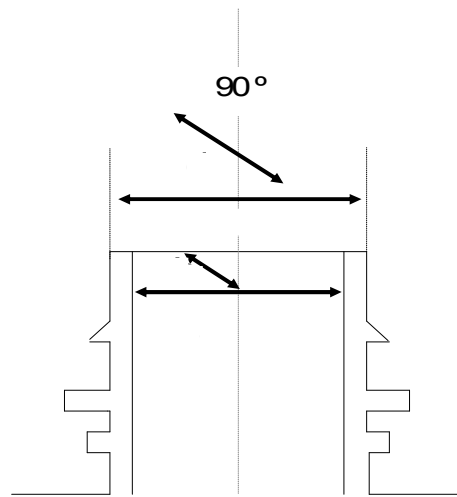
#### **4.1.5 Prueba de medición dimensional corona (Ver Figura 17)**

1. Tomar un envase de la presentación a muestrear y tomar la medida con el Vernier (Ver Figura 4) en los siguientes puntos de la corona o cuello:
2. Diámetro interior entre las costuras del envase
3. Diámetro interior a 90 grados de las costuras del envase
4. Diámetro exterior sin tomar los anillos o rosca entre las costuras del envase
5. Diámetro exterior sin tomar los anillos o rosca a 90 grados de las costuras del envase
6. Si el cuello es de rosca medir el diámetro incluyendo la rosca entre las costuras del envase
7. Si el cuello es de rosca medir el diámetro incluyendo la rosca a 90 grados de las costuras del envase



8. Verificar que las medidas tomadas estén entre el rango de la especificación del envase seleccionado, si es así el envase pasa la prueba, caso contrario se toma como fuera de norma.
- Las mediciones de los diámetros externos también pueden realizarse con un micrómetro.

**Figura 17. Medición dimensional corona**



Fuente: Jorge Alejandro Girón Barrera, agosto 2009.

## 4.2 Evaluación de resultados

### 4.2.1 Estadísticas de resultados

Utilizando la teoría Cpk, la Capacidad de un proceso es la aptitud para generar un producto que cumpla con determinadas especificaciones.

En el mejor de los casos, es conveniente que los Límites de Tolerancia Natural del proceso se encuentren dentro de los Límites de Especificación del

producto, de esta manera nos aseguramos que toda la producción cumplirá con las especificaciones.

Todos los registros de los datos las tablas, se encuentran en los apéndices (Ver tablas XIV y XV para pruebas de inspección 1, XVI para pruebas de inspección 2 y XVII para pruebas de inspección 3).

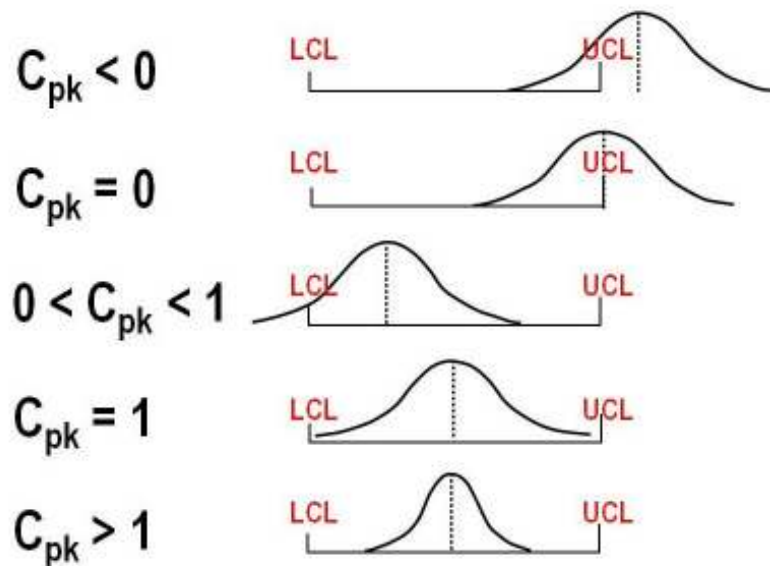
#### 4.2.2 Gráficos

- **Muestra (Samples):** subconjunto de la población seleccionado de forma más o menos explícita, y sobre el cual se recoge la información de interés. Una muestra es probabilística cuando el procedimiento de selección permite conocer la probabilidad de seleccionar cada unidad de la población.
- **Media (Mean):** medida de tendencia central. Suma de los valores de todas las observaciones dividida por el nº de observaciones. Recibe también el nombre de media aritmética. Valores muy alejados del resto pueden modificar sustancialmente la media. En una situación así debe considerarse la utilización de la mediana, que no es sensible a los valores extremos.
- **Desviación Estándar (Std Dev):** la desviación estándar (standard deviation en inglés) es la raíz cuadrada de la varianza. Como conceptos estadísticos íntimamente relacionados se podría decir que la varianza y la desviación son «hermanas». La desviación estándar también se conoce como «desviación típica» (del francés écart-type) y en América Latina se usa a veces «desvío estándar» con el mismo sentido de raíz cuadrada de la varianza.

- **Varianza (variance):** varianza es el estadístico de dispersión que mide el grado de variabilidad que sintetiza el grado de homogeneidad o heterogeneidad de las diferencias individuales entre los casos de una muestra (o de varias muestras) respecto de una o varias variables numéricas continuas o cuantitativas.
- **Asimetría (Skewness):** índice del grado en el que una distribución es no simétrica, o en el que la cola de la distribución se sesga o extiende a la derecha o a la izquierda. La distribución normal es simétrica y tiene un valor de asimetría de 0. Una distribución que tenga una asimetría positiva significativa tiene una cola derecha larga. Una distribución que tenga una asimetría negativa significativa tiene una cola izquierda larga. La asimetría se utiliza, junto con el estadístico de curtosis, para establecer si una variable está normalmente distribuida.
- **Curtosis (Kurtosis):** medida del grado en que las observaciones están agrupadas en las colas. Para una distribución normal, el valor del estadístico curtosis es 0. Para muestras de una distribución normal, el valor de la curtosis fluctuará alrededor de 0. Si una variable tiene una curtosis negativa, su distribución tiene las colas menos densas que las de una distribución normal. Si, por el contrario, su curtosis es positiva, en sus colas hay una proporción mayor de casos que en las de una distribución normal. La curtosis puede utilizarse, junto con el estadístico de asimetría, para establecer si una variable está normalmente distribuida.
- **Cpk:** variación dentro de las tolerancias del plano. Calcula lo que el proceso es capaz de producir si el objetivo del proceso está centrado entre los límites de la especificación. (Ver Figura 18)
- **Cp:** calcula lo que el proceso sería capaz de producir si el proceso estuviera centrado. Suponiendo que el resultado del proceso sigue una distribución normal.

- **Cpm:** calcula la capacidad del proceso respecto a un objetivo.
- Límites de Especificación 3 Sigma (3sp Lim):
- **Sigma:** aproximadamente 67 errores, respectivamente, por cada millón de oportunidades. Dicho de otro modo, una compañía que opera en un nivel 3,8 Sigma hace bien las cosas el 99% de las veces. Para muchos, esto suena bien en principio. Sin embargo, esta cifra es el equivalente de 20.000 envíos de correo perdidos cada hora... o de 5.000 intervenciones quirúrgicas inadecuadas cada semana... y a que los principales aeropuertos sufran cuatro accidentes diarios.
- **Target:** público objetivo al que va dirigido una campaña. Para definir un target dentro del universo se utilizan las mismas herramientas que se emplean en la segmentación, es decir, variables duras y variables blandas. Las mediciones de audiencias definen un abanico de targets solamente con las variables duras: edad, sexo y nivel socioeconómico, y brindan información para optimizar una pauta. Conocer las actitudes de un target frente a los medios hace más fácil contactarlos al mejor costo.
- **Límites de Especificación del Proceso (Spec Lim):** aquellos entre los que se puede oscilar los valores individuales a la característica que controlamos para que el producto sea aceptable. Límites naturales del proceso: Aquellos límites entre los que se mueve el proceso sin que podamos mejorarlo. Los límites naturales habitualmente se utilizan como Límites de Control (LC), normalmente se establecen dos límites: El Límite superior de control (LSC o UCL) y el inferior (LIC o LCL), paralelos a una línea central (CL) representativa del valor medio.

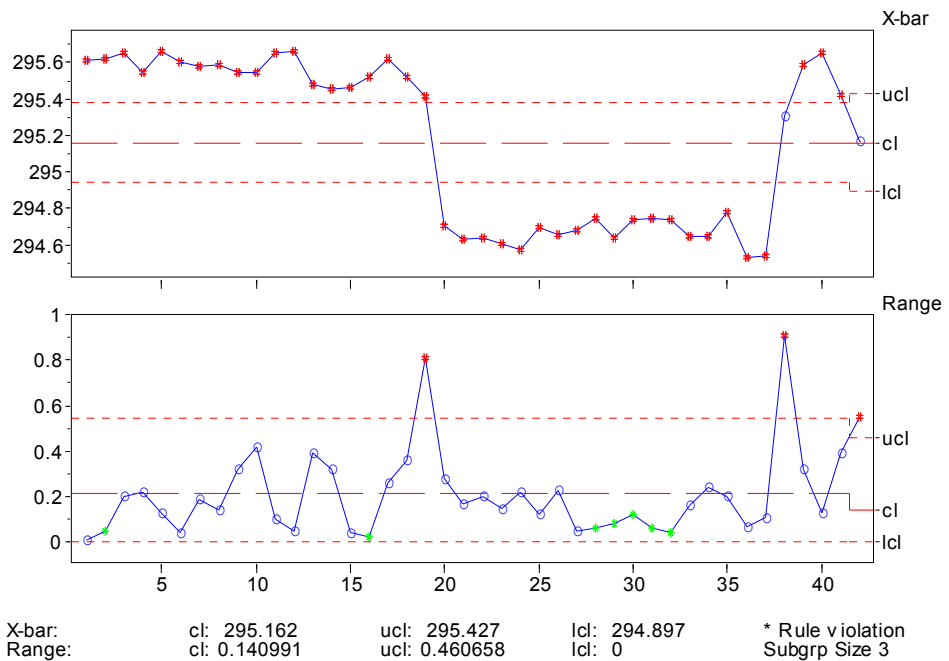
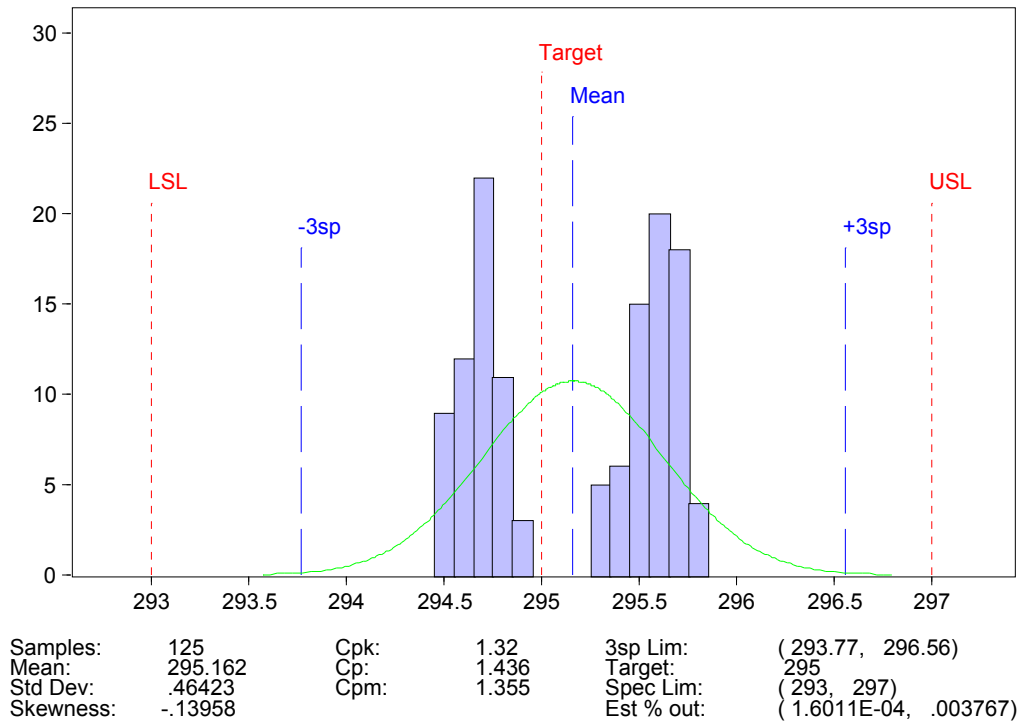
Figura 18. Cpk variación del proceso dentro de las tolerancias



Fuente: [www.chernomorets2.phpzila.net](http://www.chernomorets2.phpzila.net)

Gráficos de mediciones por atributos son de las prueba de inspección No.01 salida de la máquina AOKI Inyector-Sopladora (Ver Figuras 19 para altura, 20 para peso, 21 para volumen, 22 para cuello externo y 23 para cuello interno del envase).

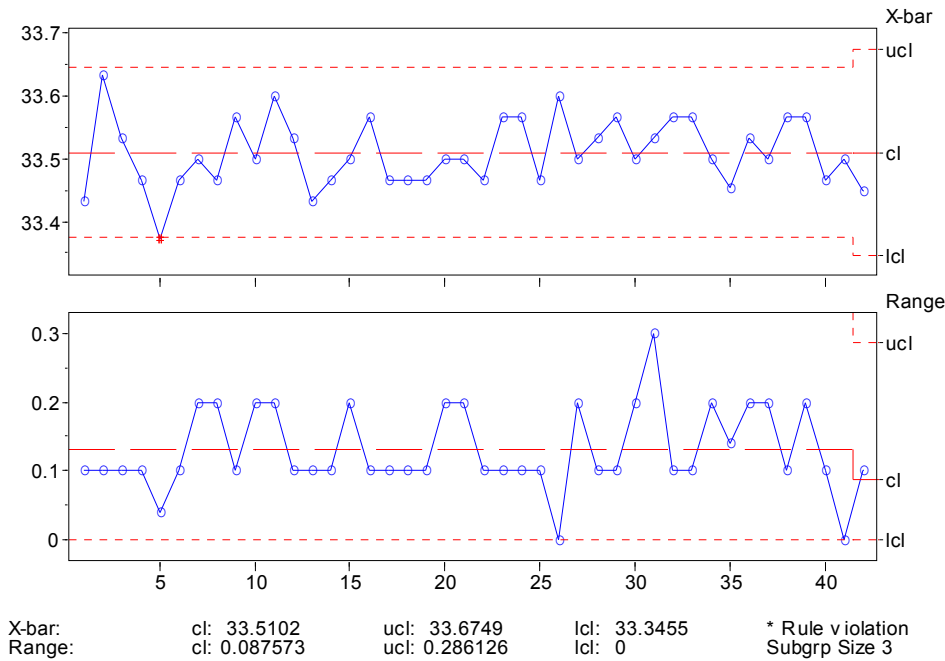
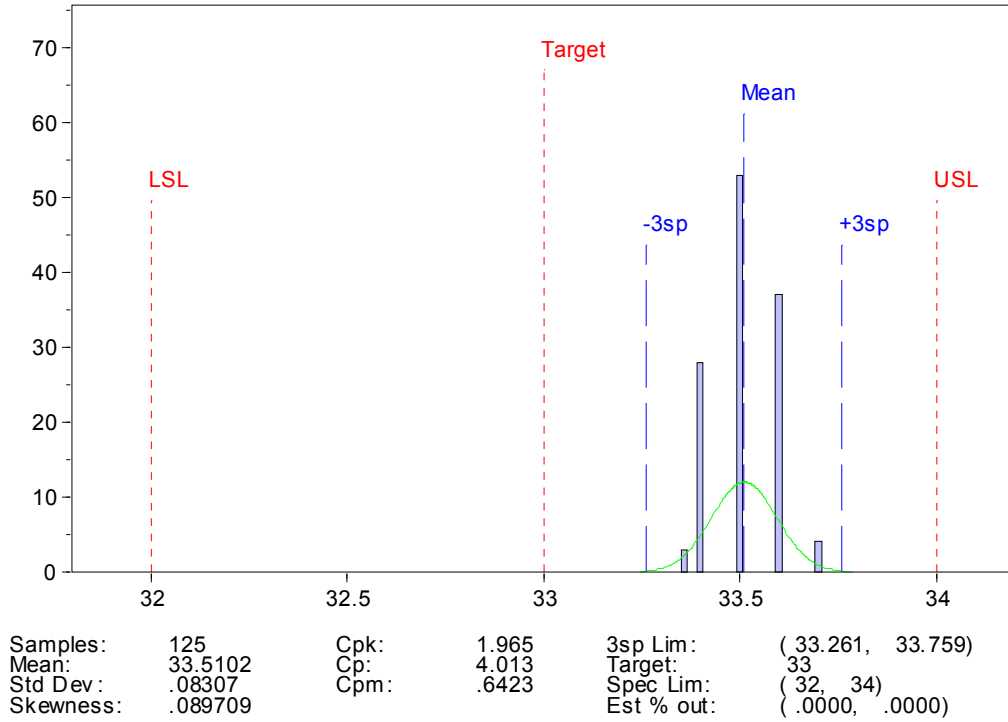
**Figura 19. Gráfica de altura del envase, prueba 1**



Fuente: Jorge Alejandro Girón Barrera, datos de la Tabla XVI, software NWA

Quality Analyst

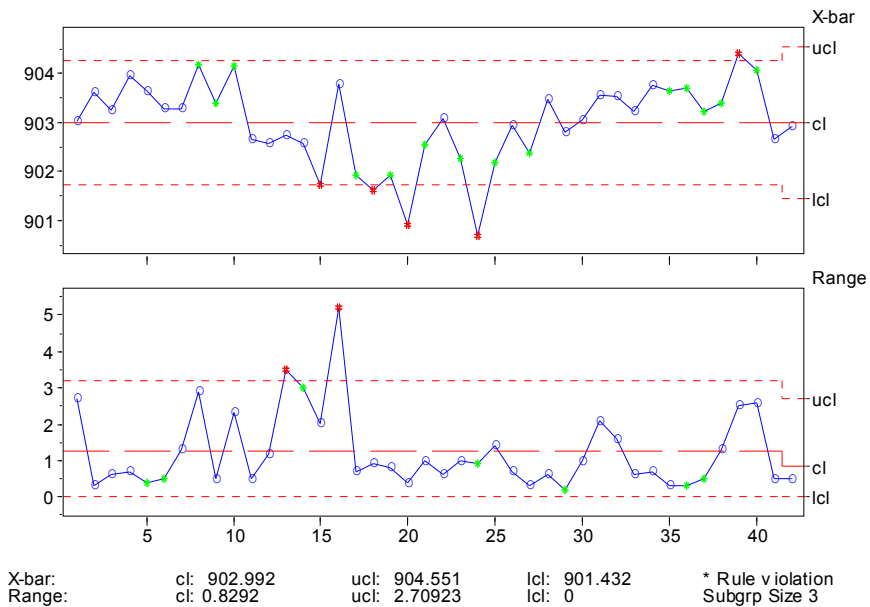
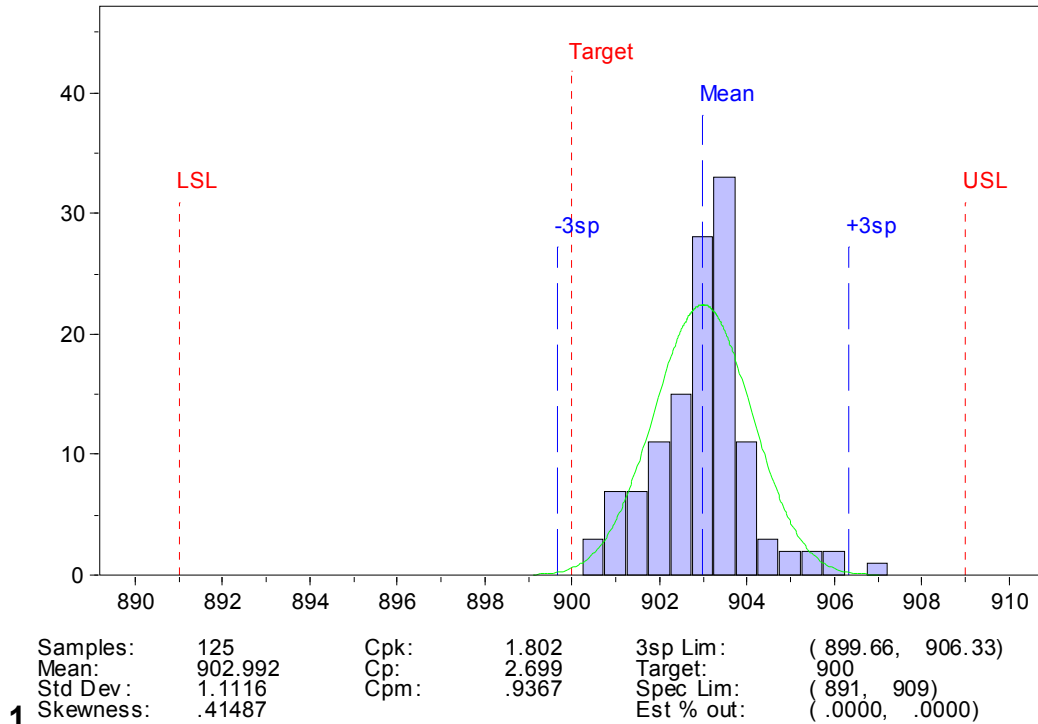
Figura 20. Gráfica de peso del envase, prueba 1



Fuente: Jorge Alejandro Girón Barrera, datos de la Tabla XVI, software NWA

Quality Analyst

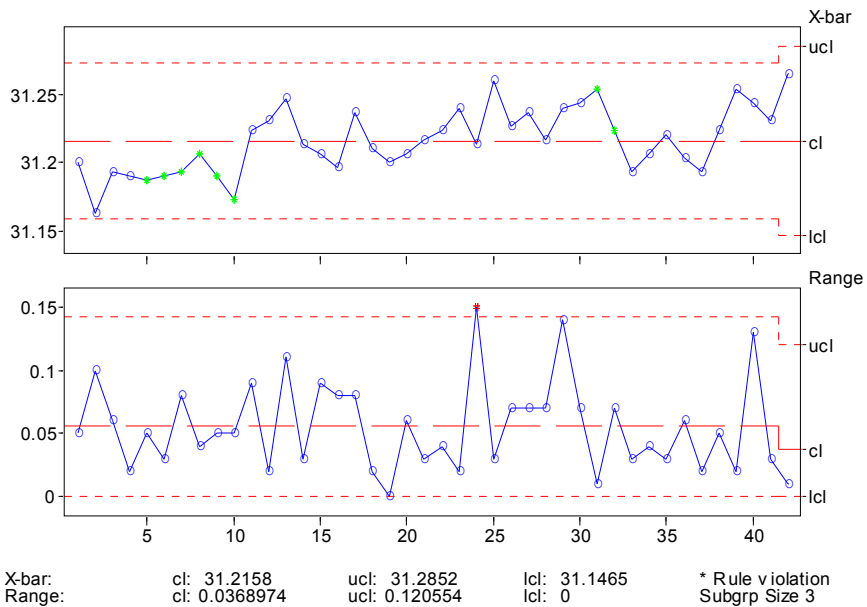
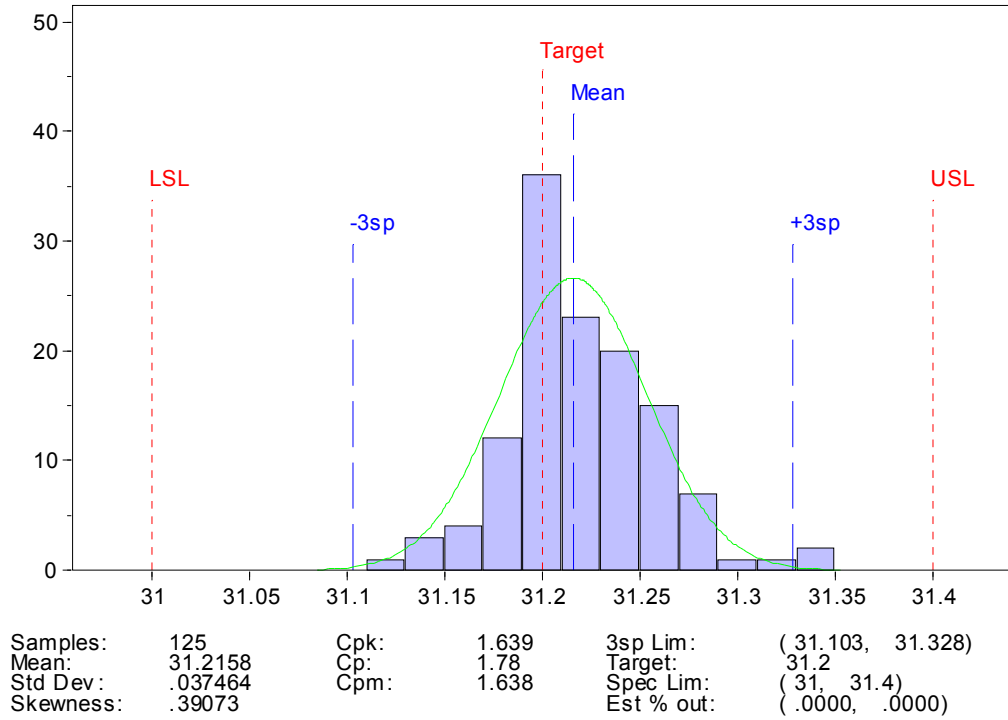
Figura 21. Gráfica de volumen del envase, prueba



Fuente: Jorge Alejandro Girón Barrera, datos de la Tabla XVI, software NWA  
Quality Analyst



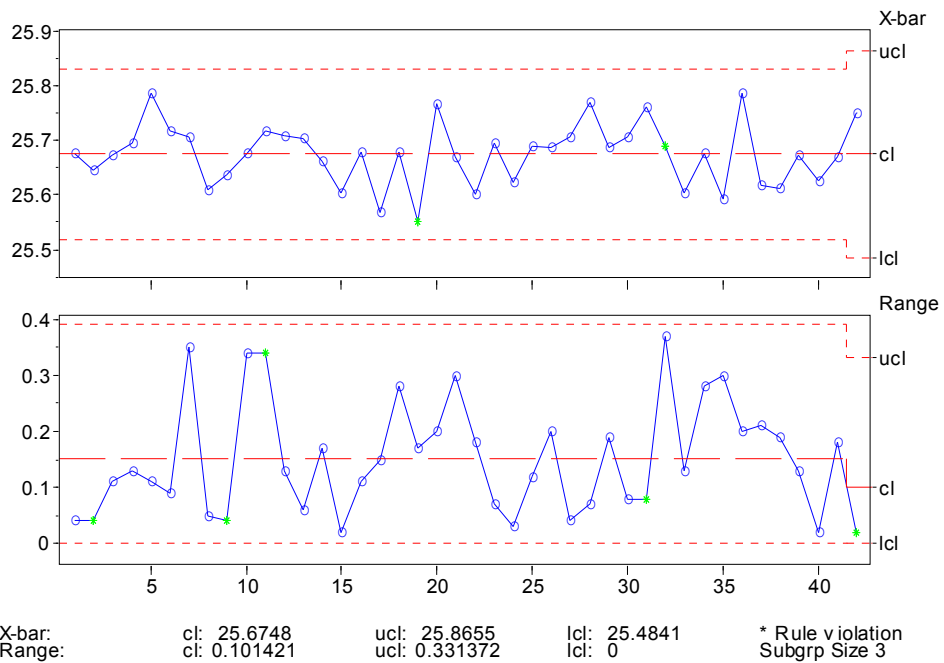
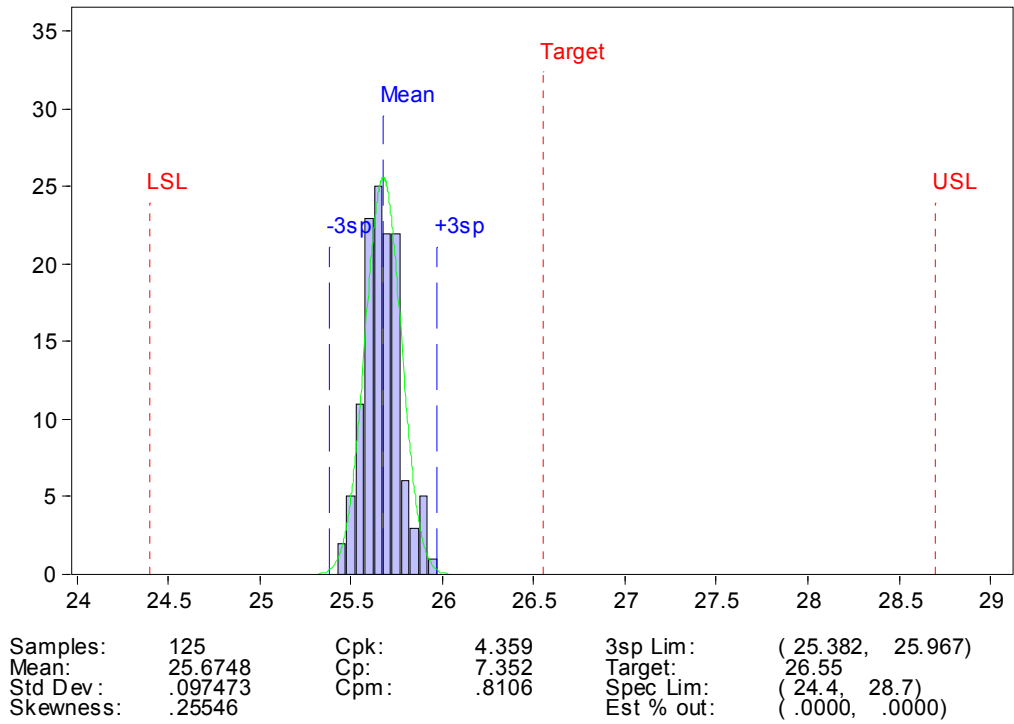
**Figura 22. Gráfica de cuello externo del envase, prueba 1**



Fuente: Jorge Alejandro Girón Barrera, datos de la Tabla XVI, software NWA

Quality Analyst

**Figura 23. Gráfica de cuello interno del envase, prueba 1**



Fuente: Jorge Alejandro Girón Barrera, datos de la Tabla XVI, software NWA

Quality Analyst

### 4.2.3 Análisis de resultados

Resultados Prueba de Inspección No. 01, Salida de Inyector Sopladora AOKI.

Los resultados de las pruebas variables y las pruebas por atributos son conformes, en conclusión la calidad de los envases producidos de la máquina AOKI Inyector-Sopladora resultados conformes. (Ver Tabla VIII y IX).

**Tabla VIII. Mediciones Variables, Prueba de Inspección 1**

<b>Prueba de Medición</b>	<b>Media</b>	<b>Cpk</b>	<b>El proceso es capaz de producir dentro de los valores especificados</b>
<b>Altura del Envase</b>	295.162	1.320	Cpk > 1 <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Peso del Envase</b>	33.510	1.965	Cpk > 1 <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Volumen del Envase</b>	902.992	1.802	Cpk > 1 <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Cuello Externo del Envase</b>	31.216	1.639	Cpk > 1 <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Cuello Interno del Envase</b>	25.674	4.359	Cpk > 1 <input checked="" type="checkbox"/>

Fuente: Jorge Alejandro Girón Barrera, datos, figuras: 19 para altura, 20 para peso, 21 para volumen, 22 para cuello externo y 23 para cuello interno del envase).

**Tabla IX. Mediciones por atributos, prueba de inspección 1**

<b>ATRIBUTO</b>	<b>Errores</b>	<b>Menor o Igual 10 Errores <input checked="" type="checkbox"/> Se acepta el lote Mayor o Igual 11 Errores <input type="checkbox"/> Se rechaza el lote</b>
<b>Resistencia a la Caída</b>	0	<input checked="" type="checkbox"/> Se acepta el lote
<b>Color del Envase</b>	0	<input checked="" type="checkbox"/> Se acepta el lote
<b>Distribución del Material</b>	0	<input checked="" type="checkbox"/> Se acepta el lote
<b>Estabilidad Correcta</b>	0	<input checked="" type="checkbox"/> Se acepta el lote
<b>Puntos Negros</b>	0	<input checked="" type="checkbox"/> Se acepta el lote
<b>Burbujas</b>	0	<input checked="" type="checkbox"/> Se acepta el lote
<b>Envases Apachados</b>	0	<input checked="" type="checkbox"/> Se acepta el lote

Fuente: Jorge Alejandro Girón Barrera, tabla XV datos de mediciones por atributos, prueba de inspección 1

Resultado de Prueba de Inspección No. 02, Bodega Pulmón. Los resultados de las pruebas por atributos son conformes, en conclusión la calidad de los envases en la Bodega Pulmón obtiene resultados conformes. (Ver Tabla X).

**Tabla X. Mediciones por Atributos, Prueba de Inspección 2**

<b>ATRIBUTO</b>	<b>Errores</b>	<b>Menor o Igual 10 Errores <input checked="" type="checkbox"/> Se acepta el lote Mayor o Igual 11 Errores <input type="checkbox"/> Se rechaza el lote</b>
<b>Envases Apachados</b>	9	<input checked="" type="checkbox"/> Se acepta el lote

Fuente: Jorge Alejandro Girón Barrera, datos Tabla XVI datos de mediciones por atributos, prueba de inspección 2

Resultado de Prueba de Inspección No. 03, Bodega de Plásticos. Los resultados de las pruebas por atributos son no conformes, en conclusión la calidad de los envases en la Bodega de Plásticos obtiene resultados no conformes, por lo cual se debe detener todo el lote (Ver Tabla XI).

**Tabla XI. Mediciones por Atributos, Prueba de Inspección 3**

ATRIBUTO	Errores	Menor o Igual 10 Errores <input checked="" type="checkbox"/> Se acepta el lote Mayor o Igual 11 Errores <input checked="" type="checkbox"/> Se rechaza el lote
<b>Envases Apachados</b>	19	<input checked="" type="checkbox"/> Se rechaza el lote

Fuente: Jorge Alejandro Girón Barrera, tabla XVII datos de mediciones por atributos, prueba de inspección 3

Debido a que el lote se rechazó, no se pudo realizar la Prueba de Inspección No. 04, Máquina Ordenadora de Envases en Salón de Envasado de Aceites.

## **5. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA**

### **5.1 Propuestas de mejora**

#### **5.1.1 Descripción**

Como función de constituir un instrumento que mejore la calidad del manejo de los envases PET en el proceso de almacenaje incluyendo el traslado, se desarrollarán dos diseños de empaque de envases; el primero es utilizar cajas de cartón y el segundo es utilizar cajas de plástico, sustituyendo al empaque actual en bolsas plásticas.

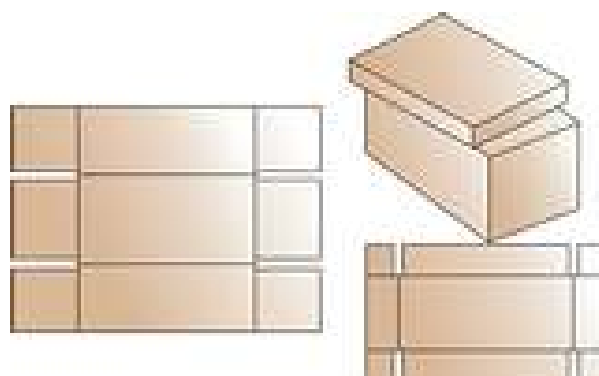
A corto plazo, sin considerar una inversión muy alta, se debe recurrir a la inspección en la bodega de plásticos para evitar que los envases no conformes lleguen a la línea de envasado de aceites.

### 5.1.2 Diseño y selección de equipo

Diseño No. 01 cajas de cartón: información técnica de las cajas de cartón<sup>5</sup>:

- Descripción: caja de cartón corrugado troquelada con tapa separada. (Ver Figura 24).
- Medidas:
  - Tapa: largo 67.3 cm. x ancho 46.5 cm. x alto 7.8 cm.
  - Fondo: largo 66 cm. x ancho 46.5 cm. x alto 31 cm.
- Test: 125 en flauta C.
- Resistencia a la compresión vertical (ECT): 23 lb/in<sup>2</sup>.

**Figura 24. Caja de cartón**



Fuente: Cajas y Empaques de Guatemala, S.A., Octubre 2009

---

<sup>5</sup> Cajas y Empaques de Guatemala, S.A.

Diseño No.02 cajas de plástico, información técnica de las cajas de plástico<sup>6</sup>:

- Descripción: Caja de polietileno de alta densidad, con tapa separada. Útil para ordenar y transportar, son apilables y anidables. Resistente al impacto. (Ver Figura 25).
- Medidas: largo 60 cm. x ancho 39.8 cm. x alto 30 cm.

**Figura 25. Caja de Plástica**



Fuente: Inyectores de Plástico, S.A., Octubre 2009

Propuesta de inspección: establecer un puesto de inspección en la Bodega de Plásticos, antes de enviar los envases a la Máquina Ordenadora en la Línea de Salón de Envasado de Aceites.

- Descripción: crear el puesto de “Inspector de Bodega de Plásticos” exclusivamente para inspeccionar, medir y examinar los envases, utilizando el muestreo por aceptación.
- Plan de muestreo de aceptación por atributos: inspeccionar muestras de “n” unidades tomadas de lotes de tamaño “N”, donde el lote será

---

<sup>6</sup> Inyectores de Plástico, S.A.



una bolsa (ver figura 26 Bolsa de envases) y observar el número de envases no conformes para aceptar o rechazar el lote. (Utilizar la misma metodología del capítulo cuatro, Implantación de pruebas y análisis de resultados, inciso 4.2 Evaluación de Resultados, 4.2.1 Estadísticas de resultados, 4.2.1 Gráficos y 4.2.3 Análisis de resultados.)

**Figura 26. Bolsa de envases**



Fuente: Fotografía: Jorge Alejandro Girón Barrera, Agosto 2009. Mini-Laboratorio de Producción de Plásticos, IDEALSA Km. 56.5 Carretera al Pacífico. Escuintla.

### 5.1.3 Ventajas

**Cartón:** entre las numerosas ventajas competitivas, se puede destacar las siguientes:

- ✓ Tiene un coste menor.
- ✓ Es resistente y sólido, pero a la vez liviano y ligero.
- ✓ Brinda la máxima protección a los productos.
- ✓ Es un embalaje simple y fácil de utilizar.
- ✓ Garantiza rapidez de fabricación y entrega.
- ✓ Se adapta a las diferentes formas y tamaños de los productos.
- ✓ No presenta problemas de almacenamiento.
- ✓ Facilidad de manejo y eliminación tras su uso (reciclaje).
- ✓ El cartón ondulado está elaborado con una materia prima renovable.
- ✓ En su composición interviene un alto porcentaje de fibra reciclada.
- ✓ Es 100% reciclable y biodegradable.
- ✓ Optimiza el uso de los recursos naturales en el diseño de la fabricación.

**Plástico:** el polietileno es el plástico más popular del mundo, por ser un material tan versátil, tiene una estructura muy simple, la más simple de todos los polietilenos comerciales. Hay una gran cantidad ventajas:

- ✓ Gran resistencia a los productos químicos.
- ✓ Buena barrera al vapor de agua.
- ✓ Baja formación de grietas por tensiones.
- ✓ Buena resistencia al apilamiento.
- ✓ Excelente resistencia al rompimiento por caída.
- ✓ Su vida útil se calcula para más de 20 años.
- ✓ Su coeficiente de fricción es muy bajo y es constante en el tiempo.
- ✓ Fáciles de mantener limpias

**Puesto de inspección:**

- ✓ Prevención de paros no programados por mala calidad de envases
- ✓ No requiere una inversión considerable
- ✓ Se pueden generar indicadores clave del desempeño

**5.1.4 Desventajas****Cartón:**

- ✓ Permeabilidad a gases y vapores.
- ✓ Baja resistencia por causa de la humedad.
- ✓ Puede favorecer el crecimiento de hongos.
- ✓ Es inflamable.
- ✓ Algunos tipos contaminan los alimentos.
- ✓ La humedad debilita la estructura de la caja.
- ✓ El tiempo de vida estimado de las cajas como máximo serán 5 meses.

**Plástico:**

- ✓ Difíciles de reparar si se dañan
- ✓ El costo es mayor que las cajas de cartón.
- ✓ Baja barrera a los gases, como oxígeno, dióxido de carbono.
- ✓ Baja barrera a los olores, sabores y aromas.
- ✓ Baja – mediana transparencia, de los envases.
- ✓ Alta migración de grasas y aceites.

**Puesto de inspección:**

- ✓ Necesita planificación y documentación del procedimiento de muestreo.
- ✓ Costo del puesto Inspector de Bodega de Plásticos

## 5.2 Análisis Costo / Beneficio

El análisis de costo-beneficio es un término que se refiere tanto a una disciplina técnica a utilizarse para evaluar, o ayudar a evaluar, en el caso de un proyecto o propuesta, que en sí es un proceso conocido como evaluación de proyectos, o también se refiere a un planeamiento informal para tomar decisiones de algún tipo, para naturaleza inherente a toda acción humana.

La línea de envasado de aceites consume un promedio mensual de 622,764 envases por lo que se necesita cubrir un stock de 311,400 envases.

### Cajas de cartón:

- Precio por caja (tapa y fondo): Q 6.63
- Total de envases por caja:  $6 \text{ envases}_{\text{ancho}} \times 8 \text{ envases}_{\text{largo}} = 48 \frac{\text{envases}}{\text{caja}}$
- Total de cajas:  $\frac{311,400 \text{ envases}}{48 \frac{\text{envases}}{\text{caja}}} = 6,487.5 \approx 6,488_{\text{cajas}}$
- Costo total de cajas:  $Q 6.63 \times 6,488_{\text{cajas}} = Q 43,015.44$

### Cajas de plástico:

- Precio por caja: Q 93.35
- Total de envases por caja:  $5 \text{ envases}_{\text{ancho}} \times 7 \text{ envases}_{\text{largo}} = 35 \frac{\text{envases}}{\text{caja}}$
- Total de cajas:  $\frac{311,400 \text{ envases}}{35 \frac{\text{envases}}{\text{caja}}} = 8,897.14 \approx 8,898_{\text{cajas}}$
- Costo total de cajas:  $Q 93.35 \times 8,898_{\text{cajas}} = Q 830,628.30$

### Puesto de inspección:

- Costo del puesto Inspector de Bodega de Plásticos: 2,000 mensuales

### 5.2.1 Comparación de propuestas

La línea de envasado de aceites consume un promedio mensual de 622,764 envases, el último año se generó una merma promedio de 1.27%, el costo por envase promedio es Q 0.6899 lo que representa un costo total por merma de Q 5,443.60 mensual → Q 65,323.21 anual.

**Tabla XII. Comparación de propuestas.**

<b>Cajas</b>	<b>De cartón</b>	<b>De plástico</b>	<b>Puesto de inspección</b>
Costo total de cajas:	Q 43 015.44	Q 830 628.30	Inversión anual Q.28 000.00
Vida útil:	5 meses	20 años	
Costos en 20 años:	Q 2 064 741.12	Q 830 628.30	Costo anual Q65 323.21
Beneficios en 20 años:	Q 1 306 464.16	Q 1 306 464.16	
Costos/ Beneficios:	158.04%	63.58%	Costo/Beneficio 42.86%
Interpretación*	31 años con 7 meses.	12 años con 8 meses.	

\* Se recuperará la inversión aproximadamente.

Fuente: Jorge Alejandro Girón Barrera, descripción de datos detallados (ver inciso 5.2.1)

Se compara la propuesta de las cajas de plástico versus las cajas de cartón, se obtiene que: utilizar cajas de plástico es más rentable que las cajas de cartón, el análisis costo-beneficio es una técnica importante dentro del ámbito de la teoría de decisión para determinar la conveniencia de un proyecto mediante la enumeración y valores posteriormente en términos monetarios (ver Tabla XIII) de todos los costes y beneficios derivados de forma directa e indirectamente de la propuesta.

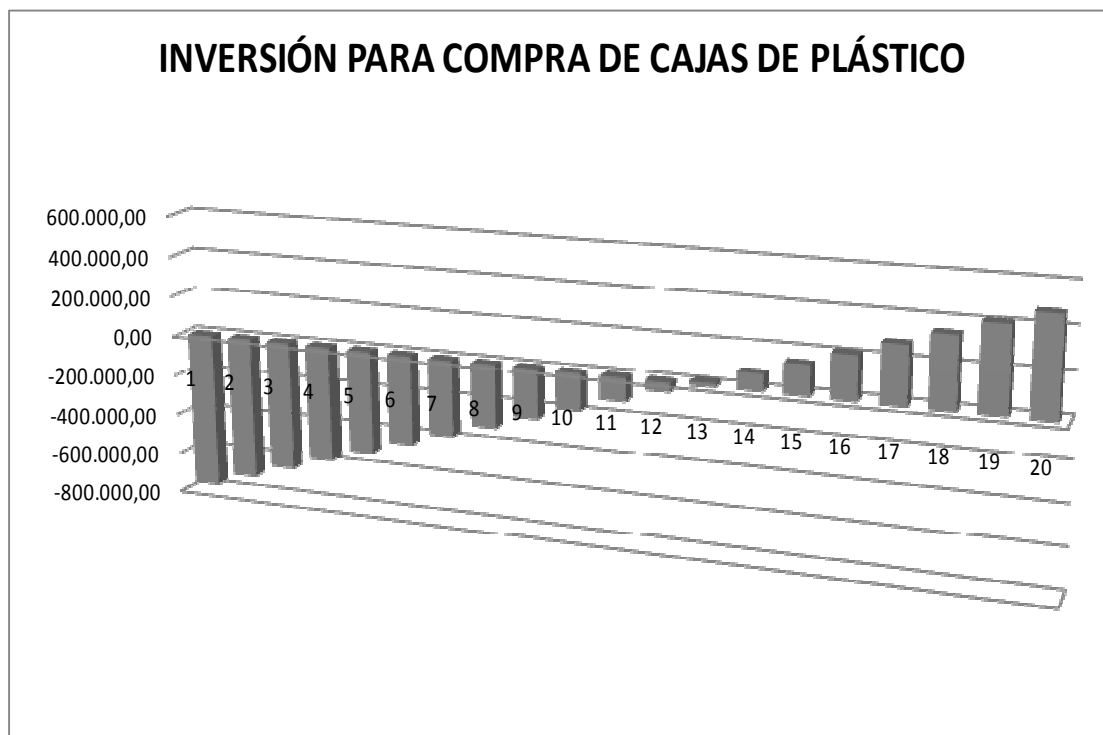
A pesar de que se demuestra que la inversión puede recuperarse en 63.58% (12 años y 8 meses aproximadamente) el análisis revela que los beneficios serán Q 475,835.86 para el año 20. (Ver Figura 27).

**Tabla XIII. Inversión para compra de cajas plásticas**

<b>AÑO</b>	<b>INVERSIÓN [ Q ]</b>
1	-765,305.09
2	-699,981.88
3	-634,658.68
4	-569,335.47
5	-504,012.26
6	-438,689.05
7	-373,365.84
8	-308,042.64
9	-242,719.43
10	-177,396.22
11	-112,073.01
12	-46,749.80
13	18,573.41
14	83,896.61
15	149,219.82
16	214,543.03
17	279,866.24
18	345,189.45
19	410,512.65
20	475,835.86

Fuente: Jorge Alejandro Girón Barrera, cálculo de inversión para 20 años, los datos negativos son inversión y los positivos son ganancia.

**Figura 27. Gráfica de inversión para compra de cajas plásticas**



Fuente: Jorge Alejandro Girón Barrera, tabla XIV, se obtendrá una ganancia de Q. 475,835.86 al finalizar la inversión

### 5.2.2 Presentación de la mejor propuesta

La mejor propuesta a corto plazo es, contar a personal calificado en materia de inspección de bodega de plásticos que desarrolle las labores propias de inspeccionar, medir y examinar los envases, utilizando el muestreo por aceptación.

Con la siguiente descripción de puesto:

### Descripción de puesto de “Inspector de bodega de plásticos”

- Propósito: verificar que el producto terminado en la bodega de plásticos cumpla con las especificaciones establecidas.
  
- Responsabilidades:
  - Realizar los análisis del producto terminado en la bodega de plásticos.
  - Elaborar los reportes de análisis, distribuirlo a los involucrados y archivar una copia
  - Informar inmediatamente al encargado del área y al Gerente de Control de Calidad los resultados de los análisis, cuando estos no cumplan con las especificaciones.
  - Generar el reporte de devolución de envases por causa de devolución de los mismos
  - Identificar problemas, sus causas y proponer soluciones con respecto a los análisis que realiza.
  - Mantener al día y ordenados los documentos que se generen al realizar los análisis, garantizando que los mismos cumplan con el tiempo de detención estipulado.
  - Apoyar en los análisis de los diferentes procesos, cuando sea necesario.
  - Liberar el producto que se encuentra en la Bodega de Producto Terminado y revisarlo cuando se requiera.
  - Ingresar los datos relacionados con las características del producto para el control estadístico del proceso.
  - Sustituir dentro del departamento a otra persona de su mismo nivel cuando así se requiera.



- Apoyar al Gerente de Control de Calidad en los diferentes procesos requeridos.
  - Revisar la devolución de Producto Terminado en mal estado y generar el reporte de causa de devolución de los mismos.
  - Cumplir con los procedimientos establecidos por el Sistema de Gestión de Calidad relacionada con la ejecución de su trabajo.
  - Cumplir con los lineamientos establecidos por las Buenas Prácticas de Manufactura así como las Normas de Seguridad e Higiene Industrial.
- Requisitos básicos:
    - Educación: graduado a nivel medio
    - Experiencia: de preferencia, un año de experiencia en Control de Calidad
    - Formación: manejo de ambiente Windows y MS Office
    - Habilidades: análisis, trabajo en equipo, numérica y lógica.

## CONCLUSIONES

1. Según las pruebas de inspección realizadas en la salida de la máquina AOKI Inyector-Sopladora se verificó que la calidad de los envases producidos durante el proceso de manufactura obtuvo resultados conformes, dentro de los límites especificados correspondiente a las mediciones variables, pero referente a las mediciones por atributos los resultados específicamente de envases apachados no son satisfactorios.
2. Al aplicar un control estadístico de procesos se detectaron diecinueve envases deformados, sobrepasado el nivel de aceptación de calidad mayor o igual a once errores, rechazando el lote. La principal causa que provoca envases deformados es el manejo durante el traslado del producto en la bodega de plásticos, ya que se utilizan bolsas plásticas para resguardar y apilar los envases.
3. El uso de un histograma para analizar la capacidad de un proceso tiene la ventaja de que permite apreciar la forma de la distribución, con lo cual se puede confirmar o rechazar el lote. Si el proceso no está bajo control estadístico los resultados del análisis de la capacidad de proceso no serán válidos y pueden llevar a conclusiones equivocadas. Los gráficos de control permiten determinar cuándo deben emprenderse acciones para ajustar un proceso que ha sido afectado por una causa especial.

4. De acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio se concluye que:
  - En las pruebas de inspección No. 01 y 02, salida de inyector-sopladora AOKI y bodega pulmón, la calidad de los envases producidos por la máquina AOKI inyector-sopladora son resultados conformes.
  - En la prueba de inspección No. 03, bodega de plásticos, medición por atributos son no conformes, en conclusión la calidad de los envases en la bodega de plásticos obtiene resultados no conformes.
  
5. Seguir analizando desde el punto de vista metodológico la aplicación que pudieran tener las diferentes materias y métodos basando en una mejora de la infraestructura.
  
6. Para finalidad de utilizar un instrumento que mejore la calidad del manejo de los envases PET en el proceso de almacenaje incluyendo el traslado, se desarrollarán dos diseños de empaque de envases, el primero es utilizar cajas de cartón y el segundo, cajas de plástico, sustituyendo al empaque actual en bolsas plásticas; además se establece un puesto de Inspector en bodega de Plásticos para verificar, medir y examinar los envases antes de que lleguen a la línea de envasado de aceites.
  
7. Básicamente, la desventaja al utilizar cajas de cartón son los escasos cinco meses de tiempo de vida, las cajas de plástico presentan la ventaja considerable de uso para más de veinte años, sin embargo la propuesta de la utilización del puesto de Inspector en Bodega de Plásticos representa una ganancia de 57.14% anual, en conclusión es más apropiado emplear el puesto de Inspector en Bodega de Plásticos.

## RECOMENDACIONES

1. El operador tendrá un papel protagónico en el manejo del envase PET, por lo que se recomienda capacitación constante para formar personal conciente y responsable de su entorno durante el proceso de traslado de envases PET.
2. Programar reuniones periódicas para discutir temas de mejora que involucren a todo el personal que forma parte del proceso, desde operadores, auxiliares, asistentes, jefes, gerentes y directores; con el fin de crear una cultura de aportes de valor.
3. Minimizar el tiempo de almacenamiento para disminuir el riesgo de deterioro de envases PET utilizando las existencias adecuadas durante la planificación de producción.
4. Practicar el sistema de inventario, primero en entrar primero en salir, aplicándolo a las mercancías significa que las existencias que primero entran al inventario son las primeras en salir del mismo, esto quiere decir que las primeras que se producen, son las primeras que se despachan.
5. Controlar las condiciones del almacén; particularmente en aquellas secciones en donde las temperaturas son elevadas (ejemplo: botellas amontonadas hasta el techo). El espacio entre botellas y el techo debe ser por lo menos de un metro. Uso de ventilación de escape forzado en climas calientes.

6. Nunca se debe almacenar botellas vacías PET en áreas soleadas ni en temperaturas mayores de 38 °C, ya que se reduce el tiempo de vida de anaquel directamente del envase.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Blanco Vargas, Rafael. **Enciclopedia del plástico**. 2ª. ed. México: AMEE, 2000.
2. Brydson, J.A. **Enciclopedia de los plásticos modernos**. España: McGraw-Hill, 1996.
3. D. Ferrer, M Ll. MasPOCH y Santana, O.O. "Caracterización mecánica de films de polietileno", **Revista de plásticos modernos**, 74, 369-376, 1997.
4. Esteban, Esaú. Propuesta de implementación de un mantenimiento productivo total para el mejoramiento de la calidad y productividad en la línea número dos de envasado de aceite ideal. tesis: de Ingeniería Industrial, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004, pp. 1-258.
5. Niebel, Andrés. **Ingeniería Industrial**. México: McGraw-Hill, 2003.
6. Sánchez, JJ. Comportamiento Térmico y Mecánico del (Polyetilen Tereftalato) PET Modificado con Resinas Poliméricas basadas en Bisfenol-A. tesis: de Ingeniería Química, España, Universidad Politécnica de Cataluña, 2003, pp. 1-89.
7. Schey, John A. **Procesos de manufactura**. México: McGraw-Hill, 2002.
8. [www.envases.elenaibarreche.com](http://www.envases.elenaibarreche.com) consultado el 03 de febrero de 2010
9. [www.measurecontrol.com](http://www.measurecontrol.com) consultado el 03 de febrero de 2010
10. [www.monografias.com](http://www.monografias.com) consultado el 19 de noviembre de 2009

11. [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com) consultado el 19 de noviembre de 2009

## APÉNDICES

**Tabla XIV. Datos de mediciones variables, prueba de inspección 1**

DATOS				MEDICIONES VARIABLES				
Muestras	Hora	Unidades a inspeccionar	Total de Unidades	Medición de Normalidad	Medición de Peso	Medición de Volumen	Medición Dimensional Corona	
				Altura [m] (293, 297)	Peso [g] (32, 34)	Volumen [mL] (891 - 909)	Cuello Externo [mm] (31, 31.4)	Cuello Interno [mm] (24.4, 28.7)
1	08:00	6	1	295.6100	33.4000	901.4466	31.1700	25.6600
			2	295.6200	33.5000	903.4530	31.2200	25.6700
			3	295.6100	33.4000	904.1552	31.2100	25.7000
			4	295.6400	33.6000	903.4530	31.2300	25.6700
			5	295.5900	33.7000	903.6536	31.1300	25.6300
			6	295.6400	33.6000	903.7539	31.1300	25.6400
2	08:24	6	7	295.6700	33.5000	902.8511	31.1600	25.6900
			8	295.7400	33.5000	903.4530	31.2000	25.7200
			9	295.5400	33.6000	903.4530	31.2200	25.6100
			10	295.6900	33.5000	903.5533	31.1900	25.7700
			11	295.4800	33.4000	904.0549	31.1800	25.6800
			12	295.4700	33.5000	904.2555	31.2000	25.6400
3	08:48	6	13	295.6000	33.3600	903.4530	31.2100	25.8500
			14	295.6600	33.3600	903.8543	31.1600	25.7400
			15	295.7300	33.4000	903.6536	31.1900	25.7700
			16	295.5800	33.5000	903.0517	31.1800	25.7500
			17	295.6000	33.5000	903.2523	31.1800	25.6600
			18	295.6200	33.4000	903.5533	31.2100	25.7400
4	09:12	6	19	295.5700	33.4000	903.0517	31.1600	25.9000
			20	295.6800	33.6000	902.7507	31.2400	25.5500
			21	295.4900	33.5000	904.0549	31.1800	25.6700
			22	295.6500	33.6000	903.3527	31.2000	25.5900
			23	295.5100	33.4000	903.1520	31.1900	25.6400
			24	295.6000	33.4000	906.0613	31.2300	25.6000



continuación								
5	09:36	6	25	295.7500	33.5000	903.5533	31.1800	25.6600
			26	295.4700	33.6000	903.5533	31.2200	25.6200
			27	295.4300	33.6000	903.0517	31.1700	25.6300
			28	295.3300	32.4000	905.6600	31.1900	25.5600
			29	295.7500	33.6000	903.4530	31.1400	25.9000
			30	295.5700	33.5000	903.3527	31.1900	25.5700
6	10:00	6	31	295.7000	33.5000	902.9514	31.1900	25.6000
			32	295.6000	33.7000	902.5501	31.2000	25.6100
			33	295.6700	33.6000	902.4498	31.2800	25.9400
			34	295.6900	33.5000	901.9482	31.2200	25.7800
			35	295.6400	33.6000	902.6504	31.2300	25.7000
			36	295.6500	33.5000	903.1520	31.2400	25.6500
7	10:24	6	37	295.6600	33.4000	904.7571	31.2100	25.7400
			38	295.2700	33.5000	902.2492	31.2100	25.6900
			39	295.5100	33.4000	901.2460	31.3200	25.6800
			40	295.6500	33.5000	904.3559	31.2000	25.7300
			41	295.3300	33.4000	902.0485	31.2100	25.5600
			42	295.3800	33.5000	901.3463	31.2300	25.7000
8	10:48	6	43	295.4400	33.4000	903.0517	31.1900	25.6100
			44	295.4800	33.6000	901.0453	31.2600	25.5900
			45	295.4700	33.5000	901.0453	31.1700	25.6100
			46	295.5200	33.5000	907.0645	31.1500	25.6400
			47	295.5300	33.6000	901.8479	31.2300	25.6500
			48	295.5100	33.6000	902.4498	31.2100	25.7500
9	10:48	6	49	295.5300	33.5000	902.2492	31.2300	25.5100
			50	295.7900	33.5000	901.9482	31.2800	25.6600
			51	295.5300	33.4000	901.5469	31.2000	25.5300
			52	295.7100	33.5000	901.2460	31.2000	25.6200
			53	295.5000	33.5000	901.4466	31.2100	25.8500
			54	295.3500	33.4000	902.1488	31.2200	25.5700
10	11:36	6	55	295.5800	33.4000	901.8479	31.2000	25.6100
			56	295.7300	33.5000	902.3495	31.2000	25.6000
			57	294.9200	33.5000	901.5469	31.2000	25.4400
			58	294.5600	33.4000	900.7444	31.1800	25.7400
			59	294.7200	33.6000	900.8447	31.2400	25.8800
			60	294.8400	33.5000	901.1456	31.2000	25.6800

continuación								
11	12:00	6	61	294.5200	33.4000	902.1488	31.2000	25.8000
			62	294.6800	33.5000	902.3495	31.2200	25.7100
			63	294.6900	33.6000	903.1520	31.2300	25.5000
			64	294.7600	33.5000	903.3527	31.2300	25.6400
			65	294.5900	33.4000	903.1520	31.2400	25.6700
			66	294.5600	33.5000	902.7507	31.2000	25.4900
12	12:24	6	67	294.5400	33.5000	902.2492	31.2300	25.6800
			68	294.6900	33.6000	901.7476	31.2400	25.7400
			69	294.6000	33.6000	902.7507	31.2500	25.6700
			70	294.5300	33.6000	901.2460	31.2500	25.6100
			71	294.4900	33.5000	900.4434	31.1200	25.6200
			72	294.7100	33.6000	900.3431	31.2700	25.6400
13	12:48	6	73	294.7400	33.4000	902.7507	31.2700	25.6200
			74	294.7200	33.5000	901.3463	31.2700	25.7100
			75	294.6200	33.5000	902.4498	31.2400	25.7400
			76	294.5700	33.6000	902.8511	31.1900	25.5600
			77	294.6000	33.6000	902.6504	31.2300	25.7400
			78	294.8000	33.6000	903.3527	31.2600	25.7600
14	13:12	6	79	294.6900	33.5000	902.5501	31.2600	25.7200
			80	294.6500	33.6000	902.3495	31.2600	25.7200
			81	294.7000	33.4000	902.2492	31.1900	25.6800
			82	294.7500	33.6000	903.3527	31.2600	25.8100
			83	294.7800	33.5000	903.2523	31.2000	25.7600
			84	294.7200	33.5000	903.8543	31.1900	25.7400
15	13:36	6	85	294.5900	33.6000	902.6504	31.2000	25.5900
			86	294.6600	33.5000	902.8511	31.1900	25.7800
			87	294.6700	33.6000	902.8511	31.3300	25.6900
			88	294.6900	33.6000	903.4530	31.2900	25.7000
			89	294.7200	33.5000	902.4498	31.2200	25.6700
			90	294.8100	33.4000	903.2523	31.2200	25.7500
16	14:00	7	91	294.7200	33.5000	902.8511	31.2500	25.7200
			92	294.7800	33.7000	902.8511	31.2500	25.8000
			93	294.7300	33.4000	904.9578	31.2600	25.7700
			94	294.7500	33.5000	902.9514	31.2000	25.5500
			95	294.7100	33.6000	904.5565	31.2700	25.6000
			96	294.7500	33.6000	903.0517	31.2000	25.9200
			97	294.6700	33.5000	903.3527	31.1900	25.6600

continuación								
17	14:24	7	98	294.5600	33.6000	903.4530	31.2100	25.5300
			99	294.7200	33.6000	902.8511	31.1800	25.6200
			100	294.5400	33.5000	903.6536	31.2000	25.8500
			101	294.6200	33.6000	904.1552	31.1900	25.5700
			102	294.7800	33.4000	903.4530	31.2300	25.6100
			103	294.6900	33.5000	903.7539	31.2400	25.6000
			104	294.7600	33.3600	903.7539	31.2100	25.4400
18	14:48	7	105	294.8900	33.5000	903.4530	31.2100	25.7400
			106	294.5600	33.4000	903.5533	31.1700	25.8800
			107	294.5400	33.6000	903.8543	31.2300	25.6800
			108	294.4900	33.6000	903.6536	31.2100	25.8000
			109	294.6000	33.4000	903.0517	31.2000	25.7100
			110	294.5300	33.5000	903.5533	31.1800	25.5000
			111	294.4900	33.6000	903.0517	31.2000	25.6400
19	15:12	7	112	294.7100	33.6000	902.7507	31.2200	25.6700
			113	295.5800	33.6000	904.0549	31.2000	25.4900
			114	295.6200	33.5000	903.3527	31.2500	25.6800
			115	295.5700	33.7000	906.0613	31.2400	25.7400
			116	295.7500	33.5000	903.5533	31.2600	25.6700
			117	295.4300	33.5000	903.5533	31.2600	25.6100
			118	295.5700	33.4000	903.0517	31.2000	25.6200
20	15:36	7	119	295.7000	33.5000	905.6600	31.2000	25.6400
			120	295.6900	33.5000	903.4530	31.3300	25.6200
			121	295.6600	33.5000	902.9514	31.2200	25.7100
			122	295.2700	33.5000	902.5501	31.2200	25.7400
			123	295.3300	33.5000	902.4498	31.2500	25.5600
			124	295.4400	33.5000	902.6504	31.2600	25.7400
			125	294.8900	33.4000	903.1520	31.2700	25.7600

Fuente: Jorge Alejandro Girón Barrera, datos tabulados de las pruebas de inspección en la máquina AOKI inyector-sopladora, Producción de Plásticos, IDEALSA Km. 56.6 Carretera al Pacífico. Escuintla.

**Tabla XV. Datos de mediciones por atributos, prueba de inspección 1**

DATOS			MEDICIONES POR ATRIBUTOS										
Muestras	Hora	Unidades a inspeccionar	Total de Unidades	No Resistió la caída	Inspección Visual								
					Color NO Cristalino	Mala Distribución de Material	Estabilidad NO Correcta	Hermeticidad con fugas	Ajuste de Tapa NO Correcta	Envases con puntos Negros	Envases con Burbujas	Envases Apachados	
1	08:00	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	08:24	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	08:48	6	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	09:12	6	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	09:36	6	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

continuación													
6	10:00	6	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	10:24	6	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	10:48	6	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	10:48	6	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	11:36	6	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	12:00	6	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

continuación													
12	12:24	6	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	12:48	6	73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	13:12	6	79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	13:36	6	85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	14:00	7	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	14:24	7	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

continuación													
18	14:48	7	105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	15:12	7	112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	15:36	7	119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Jorge Alejandro Girón Barrera, datos tabulados de las pruebas de inspección en la máquina AOKI inyector-sopladora, Producción de Plásticos, IDEALSA Km. 56.6 Carretera al Pacífico. Escuintla.

**Tabla XVI. Datos de mediciones por atributos, prueba de inspección 2**

Total de Unidades	MEDICIONES POR ATRIBUTOS	Total de Unidades	MEDICIONES POR ATRIBUTOS	Total de Unidades	MEDICIONES POR ATRIBUTOS	Total de Unidades	MEDICIONES POR ATRIBUTOS
	Envases Apachados		Envases Apachados		Envases Apachados		Envases Apachados
1	0	36	0	71	0	106	1
2	0	37	0	72	0	107	0
3	0	38	0	73	0	108	0
4	0	39	0	74	0	109	0
5	0	40	0	75	0	110	0
6	0	41	0	76	0	111	0
7	0	42	0	77	0	112	1
8	0	43	0	78	0	113	0
9	0	44	0	79	0	114	0
10	0	45	1	80	0	115	0
11	0	46	0	81	0	116	0
12	0	47	1	82	1	117	0
13	0	48	0	83	0	118	0
14	0	49	0	84	0	119	0
15	0	50	0	85	0	120	0
16	0	51	0	86	0	121	0
17	1	52	0	87	0	122	0
18	0	53	0	88	0	123	0
19	0	54	0	89	0	124	0
20	0	55	0	90	0	125	0
21	0	56	0	91	0		
22	0	57	0	92	0		
23	0	58	1	93	0		
24	0	59	0	94	0		
25	0	60	0	95	0		
26	0	61	0	96	0		
27	0	62	0	97	0		
28	0	63	0	98	0		
29	0	64	0	99	0		
30	0	65	0	100	0		
31	0	66	0	101	0		
32	0	67	0	102	0		
33	0	68	0	103	0		
34	1	69	0	104	0		
35	0	70	1	105	0		

Fuente: Jorge Alejandro Girón Barrera, datos tabulados de las pruebas de inspección en la Bodega Pulmón, Producción de Plásticos, IDEALSA Km. 56.6 Carretera al Pacífico. Escuintla.



**Tabla XVII. Datos de mediciones por atributos, prueba de inspección 3**

Total de Unidades	MEDICIONES POR ATRIBUTOS	Total de Unidades	MEDICIONES POR ATRIBUTOS	Total de Unidades	MEDICIONES POR ATRIBUTOS	Total de Unidades	MEDICIONES POR ATRIBUTOS
	Envases Apachados		Envases Apachados		Envases Apachados		Envases Apachados
1	0	36	0	71	0	106	0
2	0	37	0	72	0	107	0
3	0	38	0	73	0	108	0
4	0	39	0	74	0	109	1
5	0	40	0	75	0	110	0
6	0	41	0	76	1	111	0
7	1	42	0	77	0	112	0
8	1	43	0	78	0	113	1
9	0	44	1	79	0	114	1
10	0	45	0	80	0	115	0
11	0	46	0	81	0	116	0
12	0	47	0	82	0	117	0
13	0	48	0	83	0	118	0
14	1	49	0	84	1	119	0
15	0	50	0	85	0	120	0
16	0	51	0	86	0	121	0
17	0	52	0	87	0	122	1
18	0	53	1	88	0	123	0
19	1	54	0	89	1	124	0
20	0	55	0	90	0	125	0
21	0	56	0	91	0		
22	0	57	0	92	0		
23	1	58	0	93	0		
24	0	59	0	94	0		
25	0	60	0	95	0		
26	0	61	1	96	0		
27	1	62	1	97	0		
28	0	63	0	98	0		
29	0	64	0	99	0		
30	0	65	0	100	0		
31	0	66	1	101	0		
32	0	67	0	102	0		
33	0	68	0	103	0		
34	0	69	0	104	1		
35	0	70	0	105	0		

Fuente: Jorge Alejandro Girón Barrera, datos tabulados de las pruebas de inspección en la Bodega de Plástico, IDEALSA Km. 56.6 Carretera al Pacífico. Escuintla.