

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA**  
**RECINTO UNIVERSITARIO RUBÉN DARÍO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

**Trabajo de Seminario de Graduación para Optar al Título de Licenciado en  
Química.**



**TÍTULO**

**Análisis y solución de los defectos de la preforma PET (punto de inyección descentrado y hombro grueso) en la botella de tres litros de bebidas carbonatadas en la Embotelladora Nacional S.A. durante el periodo de Octubre a Diciembre del año 2011.**

**Autor**

**Br. Miguel Antonio Hernández Sánchez.**

**Tutor**

**Msc. José Luis Suazo.**

**Managua, Marzo 2012.**



## ÍNDICE GENERAL

Tema.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Resumen.....	iv
I. Introducción.....	1
II. Antecedentes.....	2
III. Justificación.....	3
IV. Objetivos.....	4
V. Marco teórico.....	6
5.1. La empresa.....	6
5.2 ¿Qué son los polímeros?.....	6
5.3. El PET.....	6
5.4. Poliésteres.....	7
5.5. Propiedades del PET.....	8
5.6. Diagrama de procesos en la elaboración de la botella.....	9
5.7. Características del PET.....	10
5.8. Definición del proceso.....	10
5.8.1. Proceso de producción de la botella.....	11
5.8.2. Punto de inyección – soplado – estirado (botellas).....	11
5.8.3. Sopladoras.....	12
5.8.4. Descripción.....	12
5.8.5. Materias primas.....	13
5.8.6. Soplado de botellas.....	13



5.8.7.	Moldeo por inyección – soplado.....	15
5.8.8.	Moldeo de estirado – soplado.....	16
5.8.9.	Maquinas de soplado PET.....	17
5.9.	Equipos.....	18
5.9.1.	Aspectos económicos – productivos.....	19
5.9.2.	Defectos.....	23
5.9.3.	Descripción de defectos de botellas.....	25
VI.	Procesamiento de la botella PET.....	26
6.1.	Presentación de la botella de tres litros.....	26
VII.	Preguntas directrices.....	28
VIII.	Diseño metodológico.....	29
8.1.	Ubicación geográfica del estudio.....	29
8.2.	Tipo del estudio.....	29
8.3.	Universo y muestra.....	29
8.4.	Breve descripción del ámbito de estudio.....	29
8.5.	Materiales y métodos.....	30
8.6.	Operacionalización de las variables.....	31
8.7.	Diagrama de causa – efecto para hombro grueso.....	33
8.8.	Diagrama de causa – efecto para punto de inyección descentrado.....	34
IX.	Resultados.....	35
9.1.	Evaluación de los defectos.....	35
9.2.	Sumatoria de los defectos.....	36
9.3.	Resultados de la evaluación.....	36
9.4.	Medidas ejecutadas.....	37
9.5.	Resultados de producción.....	38



X.	Análisis de los resultados.....	39
XI.	Conclusiones.....	41
XII.	Recomendaciones.....	42
XIII.	Glosario.....	43
XIV.	Bibliografía.....	45
XV.	Anexos.....	46



## **TEMA GENERAL**

**Análisis y solución de los defectos de la preforma PET (punto de inyección descentrado y hombro grueso) en la botella de tres litros en bebidas carbonatadas.**



## **DEDICATORIA**

A Dios Por ser guía en mi camino y permitirme alcanzar este logro en mi vida.

A mi mamá y mi papá por el amor, cariño y apoyo incondicional que me han brindado siempre a lo largo de mi vida.



## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios por permitirme terminar esta etapa tan importante de mi vida y permitirme seguir adelante.

Gracias a mis padres por todos los consejos, apoyo, amor, ejemplo y esfuerzo que han hecho por hacerme un excelente hijo.

Gracias a mis hermanos, por su apoyo, consejos y paciencia que me han tenido.

Gracias a mis maestros por brindarnos el pan de la enseñanza durante todos estos años.

Gracias a mis amigos y compañeros de clase por brindarme su apoyo y amistad durante todos estos años.

Gracias al personal de la Embotelladora Nacional S.A. por brindarme el apoyo necesario para culminar este trabajo.



## **RESUMEN**

En el presente trabajo se examinan los defectos hombro grueso y punto de inyección descentrado que se manifiestan en el envase de la botella de tres litros en la Embotelladora Nacional S.A. entidad privada del sector de bebidas carbonatadas. Esta empresa posee como objetivo ofrecer un producto de calidad a sus consumidores.

Los defectos de hombro grueso y punto de inyección descentrado surgen en la operación del pre-soplado y soplado de la botella de tres litros, en donde la producción de este envase es de forma continua.

Cuando algunos principios químicos y físicos básicos se aplican erróneamente se convierte en un factor importante de los defectos del envase y forman una constante de preocupación en el área de soplado, no solo por el riesgo que pueda sufrir alguna alteración en la botella sino también por su fuerte impacto en las finanzas de la empresa.

Las soluciones de los defectos hombro grueso y punto de inyección descentrado abarcan aspectos como el control de la temperatura, controles de humedad, instalaciones físicas, personal calificado, equipos y el control del proceso que son importantes para corregir los defectos de la botella de tres litros de bebidas carbonatadas.

Además la Embotelladora Nacional S.A. busca una mejora continua con sus procesos industriales en el cumplimiento de un excelente entorno laboral y buenas prácticas de manufactura que darán como resultado productos de excelente calidad.





## **I. INTRODUCCIÓN**

Nicaragua en la última década como producto de la globalización y comercio internacional ha comenzado una amplia producción de botellas PET en envases desechables siendo la Embotelladora Nacional S.A, productora de bebidas carbonatadas que se dedica a la elaboración de botellas de diferentes presentaciones para el consumo interno del país y de exportación.

El PET o polietilentereftalato es la materia prima para producir las preforma que se utiliza para la botella de tres litros es el polímero Eastlon por las bondades físicas y químicas del material. Las preformas son biorientadas durante el proceso de producción, surgiendo en la etapa de sopado defectos como punto de inyección descentrado y hombro grueso que conllevan a retirar envase a causas de estos defecto conllevando a perdidas de envase y pérdidas económicas de producción.

La calidad está relacionada con la competitividad en el mercado nacional e internacional es por esta razón que se necesitan corregir los defectos antes mencionados para solucionarlos se llevara a cabo una constante observación para verificar cuál es el problema desde la etapa de control y resguardo de las preformas hasta la área de soplado para ver si cumplen con los controles de calidad administrado por la empresa.

Durante la etapa de soplado se deben aplicar técnicas y métodos para garantizar los parámetros físicos, químicos y de la maquinaria Sidel a través de procedimientos, evaluaciones, entrevistas, inspecciones, controles continuos que muestren la incidencia de los defectos que servirá para corregir los fallas en esta área.

Con los diagnósticos establecidos se dará un seguimiento para corregir los defectos hombro grueso y punto de inyección descentrado y concluir con un resultado positivo en mejoras del proceso de producción durante los controles internos de calidad en la Embotelladora Nacional S.A.



## **II. ANTECEDENTES**

La empresa Embotelladora Nacional S.A. desde el año 2010 ha venido presentando fallas de operación en el proceso de soplado de la botella de tres litros donde los principales defectos son el hombro grueso y el punto de inyección descentrados; defectos que son críticos durante el llenado de la botella de tres litros debido a que provocan explosiones y pérdida de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Estos defectos han provocado pérdidas de envase y gastos de preforma durante el lote de producción. Por medio de observación in situ se logró detectar que durante los periodos de corrida de soplado de la botella de tres litros se manifiestan estos dos defectos de manera secuencial.

Se valora que los defectos se pueden contrarrestar llevando a cabo medidas de prevención y seguimiento sobre los defectos de hombro grueso y punto de inyección descentrado.



### **III. JUSTIFICACION**

En estos tiempos modernos con el advenimiento de la tecnología aplicada a los procesos de fabricación de botellas PET, las industrias de bebidas carbonatadas han tenido un auge extraordinario ya que han crecido rápidamente y junto a ello, la necesidad de controlar la calidad de los productos elaborados, ya que cuanto más calidad posea un envase más oportunidad tendrá de competir en el mercado.

Es por eso que la Embotelladora Nacional S.A. ha venido aplicando métodos y técnicas para mejorar la botella de tres litros de presentación de ondulaciones que se está ofertando en el mercado actualmente y corregir los defectos hombro grueso y punto de inyección descentrado que involucra pérdidas de materia prima y provoca defectos críticos en este envase.

Los componentes de los defectos de la botella se dividen en varias secciones, las cuales poseen detallados requisitos que corresponden a las operaciones en el área de soplado con énfasis en la solución de defectos del envase de fuentes externas o internas que pueden ser medidos y controlados.

Este estudio servirá para dar a conocer a la Embotelladora Nacional S.A. la magnitud de los defectos hombro grueso y punto de inyección descentrado y posteriormente sugerir medidas correctivas para las mejoras de estas debilidades y cumplir con el objetivo de la empresa que es proporcionar un producto de calidad.



## **IV. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

- ❖ Analizar los defectos (punto de inyección descentrado y hombro grueso) que presenta la botella de 3 litros en el proceso de pre-soplado y soplado en productos de bebidas carbonatadas y proponer métodos correctivos necesarios para minimizar estos defectos.



### **Objetivos específicos**

- Conocer el proceso de elaboración de la botella de 3 litros para bebidas carbonatadas.
- Identificar las causas físicas y químicas de los defectos en la preforma PET del pre-soplado y soplado en la botella de 3 litros de bebidas carbonatadas.
- Determinar qué parámetros o factores están ocasionando los defectos Hombro grueso y Punto de inyección descentrado en el envase.
- Sugerir acciones correctivas a ejecutarse en las operaciones de pre-soplado y soplado en la obtención de la botella de tres litros para bebidas carbonatadas.



## **V. MARCO TEORICO**

### **ASPECTOS GENERALES**

#### **5.1 La Empresa**

La Embotelladora Nacional S.A, tiene como principal actividad la producción de bebidas carbonatadas en diversos sabores y otros tipos de bebida, su proceso productivo es esencialmente de tipo continuo, lo que implica que su volumen de producción sea de gran magnitud. La demanda de su producto la convierte en una empresa sólida.

La botella de tres litros es parte fundamental dentro de los envases de producción de la empresa en donde se destaca en el mercado por la cantidad y su bajo costo, lo que implica el gran volumen de producción que ésta requiere para su comercialización.

El polímero que se utiliza para el soplado de la botella de tres litros es el Eastlon debido a sus bondades térmicas moleculares; cuando es inyectado el envase las moléculas se ordenan y producen una red cristalina lineal microscópicamente obteniéndose un envase rígido y duradero.

#### **5.2 ¿Qué son los polímeros?**

La materia está formada por moléculas que pueden ser de tamaño normal o moléculas gigantes llamadas polímeros.

Los polímeros se producen por la unión de cientos de miles de moléculas pequeñas denominadas monómeros que forman enormes cadenas de las formas más diversas. Algunas parecen fideos, otras tienen ramificaciones. Sin embargo, la mayor parte de los polímeros que usamos en nuestra vida diaria son materiales sintéticos con propiedades y aplicaciones variadas.

Lo que distingue a los polímeros de los materiales constituidos por moléculas de tamaño normal son sus propiedades mecánicas. En general, los polímeros tienen una excelente resistencia mecánica debido a que las grandes cadenas poliméricas se atraen. Las fuerzas de atracción intermoleculares dependen de la composición química del polímero. Entre los polímeros, uno de los más importantes es el denominado PET.

#### **5.3 PET**

El PET o polietilentereftalato utilizado en la botella de tres litros es un termoplástico de alta resistencia a la presión interna y al impacto, de excelente claridad y baja permeabilidad a los gases, lo que lo convierte en un material



especialmente idóneo para el uso en la producción de envases para bebidas carbonatadas.

El Tereftalato de polietileno, politereftalato de etileno, polietilentereftalato o polietileno Tereftalato (más conocido por sus siglas en inglés PET) es un tipo de plástico muy usado en envases de bebidas y textiles. Algunas compañías manufacturan el PET y otros poliésteres bajo diferentes marcas comerciales. Químicamente el PET es un polímero que se obtiene mediante una reacción de policondensación entre el ácido tereftálico y el etilenglicol. Pertenece al grupo de materiales sintéticos denominados poliésteres.

El polietilentereftalato (PET), es un polímero plástico, lineal, con alto grado de cristalinidad y termoplástico en su comportamiento, lo cual lo hace apto para ser transformado mediante procesos de extrusión, inyección, inyección-soplado y termoformado. Es extremadamente duro, resistente al desgaste, dimensionalmente estable, resistente a los químicos.

La cristalización es el proceso por el cual se forma un sólido cristalino, ya sea a partir de un gas, un líquido o una disolución. La cristalización es un proceso en donde los iones, átomos o moléculas que constituyen la red cristalina crean enlaces hasta formar cristales, que se emplea en química con bastante frecuencia para purificar una sustancia sólida. La operación de cristalización es aquella por medio de la cual se separa un componente de una solución líquida transfiriéndolo a la fase sólida en forma de cristales que precipitan.

#### **5.4 Poliésteres.**

Químicamente el PET es un poliéster palabra compuesta por “Poli” que significa mucho o más de uno y “Ester” que designa a un compuesto orgánico formado cuando un ácido reacciona con un alcohol.

En el caso específico del PET se usan componentes con dos grupos reactivos: el alcohol utilizado es el etilenglicol (EG) el que se combina con un ácido di-básico denominado tereftálico (TPA).

Etilenglicol (EG)

- 1) Del gas natural que sale de los pozos de petróleo se obtiene el gas etano ( $\text{CH}_3\text{-CH}_3$ ) y propano ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ ).
- 2) En las plantas de cracking se convierten esos gases en gas etileno ( $\text{CH}_2\text{=CH}_2$ ), es la materia prima en los plásticos.
- 3) Haciendo reaccionar el etileno ( $\text{CH}_2\text{=CH}_2$ ) con oxígeno ( $\text{O}_2$ ) y agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) se obtiene un alcohol con dos grupos reactivos, el etilenglicol (EG).



AcidoTereftálico (TPA).

- 1) Del crudo del petróleo se obtiene naftas, las que a través de ciertos procesos petroquímicos producen gasolina y fracciones aromáticas, de estas fracciones aromáticas se extrae un compuesto denominado paraxileno.
- 2) El paraxileno se combina con  $O_2$  para dar tereftálico crudo (TPA).
- 3) El TPA crudo se purifica para obtener un ácido apto como materia prima para producir resina plástica (PET).(Ver figura N°1 de anexo)

### 5.5 Propiedades del PET

En la siguiente tabla N° 1 se presenta las propiedades del PET.

PET	
<u>Formula Molecular</u>	$(C_{10}H_8O_4)_n$
<u>Densidadamorfa</u>	1,370 g/cm <sup>3</sup>
<u>Densidadcristalina</u>	1,455 g/cm <sup>3</sup>
<u>Módulo de Young</u>	2800–3100 mili pascal
<u>Presión</u>	55–75 Pascal
<u>Límite elástico</u>	50–150%
<u>notch test</u>	3,6 kJ/m <sup>2</sup>
<u>Glasstemperature</u>	75 °C
<u>Punto de fusión</u>	260 °C
<u>Vicat B</u>	170 °C
<u>Conductividad térmica</u>	0,24 W/(m·K)
<u>Coeficiente de dilatación lineal</u>	$7 \times 10^{-5}/K$
<u>Calor específico</u>	1,0 kJ/(kg·K)
<u>Absorción de agua</u>	0,16
<u>Índice de refracción</u>	1,5750

**Source: A.K. van der Vegt & L.E. Govaert, Polymeren, van keten tot kunstof, ISBN 90-407-2388-5**

Tabla N° 1, propiedades del PET





## 5.6. PROCESO PARA ELABORACION DE LA BOTELLA

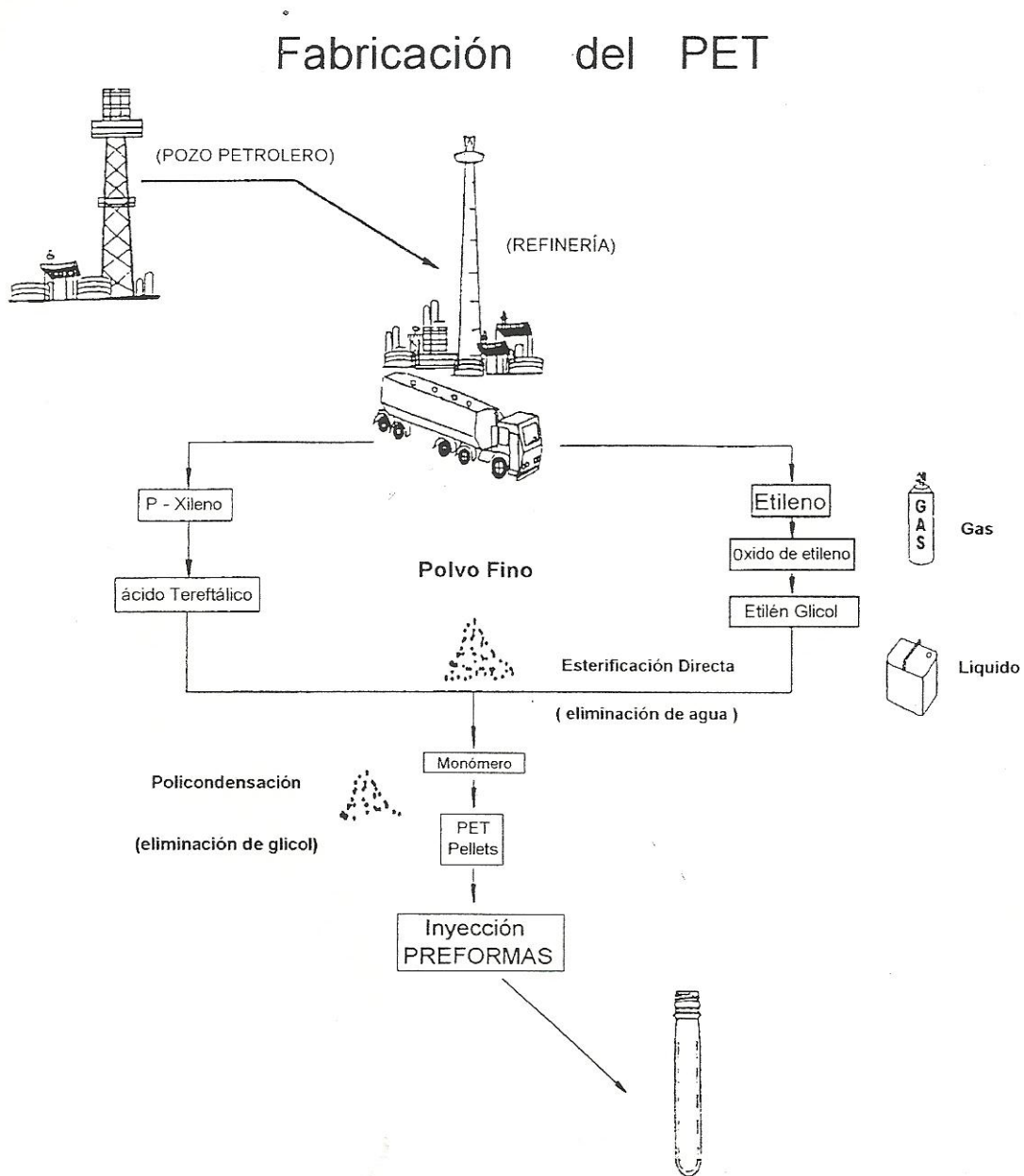


Figura N° 1-Fabricación del PET



## 5.7 Características del PET

### Características:

- Alta transparencia, aunque admite cargas de colorantes.
- Alta resistencia al desgaste y corrosión.
- Muy buen coeficiente de deslizamiento.
- Buena resistencia química y térmica.
- Muy buena barrera a CO<sub>2</sub>, aceptable barrera a O<sub>2</sub> y humedad.
- Compatible con otros materiales barrera que mejoran en su conjunto la calidad barrera de los envases y por lo tanto permiten su uso en mercados específicos.
- Reciclable, aunque tiende a disminuir su viscosidad con la historia térmica.
- Aprobado para su uso en productos que deban estar en contacto con productos alimentarios.
- Procesable por soplado, inyección, extrusión. Apto para producir frascos, botellas, películas, láminas, planchas y piezas.
- Transparencia y brillo con efecto lupa.
- Excelentes propiedades mecánicas.
- Barrera de los gases.
- Biorientable-cristalizable.
- Liviano

Especificaciones básicas de la preforma.

- a) Dimensiones del cuerpo, finish y espesores de pared.
- b) Peso.
- c) Viscosidad intrínseca.
- d) Degradación hidrolítica.
- e) Acetaldehído

## 5.8 Definición del proceso

El moldeo por soplado de botella de 3 litros de bebidas carbonatadas es un proceso utilizado para fabricar piezas de plástico huecas gracias a la expansión del material. Esto se consigue por medio de la presión que ejerce el aire en las paredes de la preforma.

Este proceso se compone de varias fases, la primera es la obtención del material a soplar, después viene la fase de soplado que se realiza en el molde que tiene la geometría final, puede haber una fase intermedia entre las dos anteriores para calentar el material si fuera necesario, seguidamente se enfría la pieza y por último se expulsa. Para facilitar el enfriamiento de la pieza los moldes están provistos de un sistema de refrigeración así se incrementa el nivel productivo.



### **5.8.1 Proceso de producción de la botella a partir de la preforma.**

#### **Acondicionamiento de las preformas.**

Las preformas deberán ambientarse con la temperatura de la sala.



**FIGURA 2, ACONDICIONAMIENTO DE LA PREFORMA**

#### **5.8.2. PUNTOINYECCIÓN – SOPLADO – ESTIRADO (BOTELLAS).**

Para fabricar una botella bi-orientada PET existen dos procesos mecánicos diferentes:

- a) Proceso de dos etapas en el que se parte de una preforma fría previamente inyectada que se calienta hasta la temperatura del estirado.
- b) Proceso de una etapa en el que se parte de una preforma recién inyectada que se enfría hasta la temperatura del estirado.

La etapa comprende el recalentamiento de las preformas, el estirado en el molde final, el soplado y el enfriamiento. (Ver figura 3)

Este proceso presenta ciertas ventajas como son:

- Las propiedades mecánicas aumentan gracias al estiramiento bi-axial.
- Las botellas presentan cuellos y fondos sin costuras y con una superficie de alta calidad.
- Las botellas presentan gran uniformidad dimensional, con un espesor uniforme.



**Figura 3, Llenado de Tolva**

### **5.8.3 Sopladoras**

Se cuenta con máquinas sopladoras marca Sidel, para el sistema demoldeado por soplado, esto no requiere de operadores altamente calificados para producir una calidad consistente en las botellas, debido al funcionamiento automatizado de la máquina la cual requiere únicamente de calibración exacta para que trabaje continuamente.

### **5.8.4 Descripción**

El proceso que se lleva a cabo dentro de las máquinas sopladoras comienza con la carga de las preformas en la tolva, estas llegan hasta el precalentado que utiliza una pista de velocidad variable que mueve las preformas a través de un área de calentamiento o túnel.

Cuando las preformas hayan completado el viaje a través del precalentador, serán llevados hasta el moldeador de soplado, donde reciben la descarga de presión para formar las botellas, según el molde con el que se trabaje. Las botellas terminadas son trasladadas directamente a una banda transportadora para ser almacenadas para su uso posterior.



En la figura 4, se observa una imagen de una sopladora (SBO20) marca Sidel, actualmente la máquina sopladora con mayor capacidad con la que se cuenta para producir botella PET dentro de la Embotelladora Nacional S.A.



**Figura 4- Sopladora Sidel**

### **5.8.5 Materias Primas**

La materia prima utilizada para el llenado de bebidas carbonatadas es la botella plástica PET. Por tal motivo la materia prima utilizada para la elaboración de la botella es la preforma utilizada para el soplado de ese envase plástico.

La preforma viene en presentación de 56.7 gramos. La preforma se encuentra en bodega en cajas. Las cajas con preformas de 56.7 gramos contienen 7,714 y 6,200 preformas respectivamente por caja.

### **5.8.6 Soplado de botellas**

Muchos plásticos pueden a través de una fuerza externa de estiramiento alinear sus moléculas en una cierta dirección espacial. Este proceso recibe el nombre de orientación y mejora las características físicas y mecánicas del material.

En el caso del PET la orientación es bidireccional (biaxial) o sea que el material se estira y se orienta en dos direcciones en el mismo tiempo durante la fabricación del envase plástico por moldeo en caliente a altas presiones.

Temperatura.



Previo a cualquier estiramiento debemos estar seguros de tener la correcta temperatura en la preforma, esto es importante para lograr una distribución de espesores adecuada en la botella final.

Una vez alcanzada la temperatura correcta y homogénea en la preforma se produce el pre-estirado para luego soplar con alta presión logrando que el material se extienda hacia las paredes frías del molde causando el enfriamiento del PET.

Luego que el PET se enfrió suficientemente para no encogerse de nuevo los moldes se abren y descargan la botella soplada. La temperatura de la preforma y el estiramiento deberán ser vigilados cuidadosamente durante el proceso.

Si la temperatura es muy alta el material fluirá, demasiado dificultando su orientación (mala distribución de los espesores de la pared) puede llegar a inducir la cristalización parcial en algunas zonas del envase.

El estiramiento debe ser vigilado observando el tiempo centrado y velocidad de las varillas de pre estirado así como el momento y la presión de pre-soplado.





Figura 5, Extracción de Preforma a la Sopladora.



Figura 6, proceso de transporte de la preforma al horno de calentamiento.

### 5.8.7 Moldeo por inyección-soplado

El moldeo por inyección-soplado consiste en la obtención de una preforma del polímero a procesar, similar a un tubo de ensayo, la cual posteriormente se calienta y se introduce en el molde que alberga la geometría deseada, en ocasiones se hace un estiramiento de la preforma inyectada, después se inyecta aire, con lo que se consigue la expansión del material y la forma final de la pieza y por último se procede a su extracción.

En muchas ocasiones es necesario modificar el espesor de la preforma, ya sea para conseguir una pieza con diferentes espesores o para lograr un espesor uniforme en toda la pieza, pues en la fase de soplado no se deforman por igual todas las zonas del material. La ventaja de usar preformas consiste en que estas se pueden inyectar y almacenar, producir diferentes colores y tamaños, los cuales pueden hacerse en lugares distintos a donde se realizará el soplado.



Las preformas son estables y pueden ser sopladas a velocidad alta según la demanda requerida.

### **5.8.8 Modelo de estirado – soplado**

Este proceso se aplica a la producción de envases que requieren orientación molecular bi-axial (bi-orientadas). Esta bi-orientación provee una mejora en las propiedades físicas, claridad o transparencia y mejores propiedades de barrera para los gases, las cuales son todos atributos exigibles en las botellas, destinadas a bebidas gaseosas.

Las preformas son calentadas y estiradas y sopladas a unos 100 grados aproximadamente. A esta temperatura el PET es deformable, gomoso y elástico y se mantiene amorfo durante el tiempo suficiente para desarrollar la forma deseada y provocar el crecimiento de la botella en altura y diámetro.

Existen reglas prácticas que limitan la relación diámetro preforma a diámetro de envase y altura de preforma a altura de envase terminado, tal que garantice un estirado máximo y un mínimo.

La formación de la botella se da en tres pasos sucesivos:

- **Estirado:** Mediante vástagos de acero que se introducen por el cuello de la preforma, se provoca la deformación en el sentido longitudinal de la preforma, hasta alcanzar casi la altura total del envase. Es altamente recomendado poder controlar la velocidad de estirado para dar tiempo a la orientación molecular y no provocar el desgarro del material. Esta operación, que se realiza en forma simultánea con la que se describe a continuación importa un tiempo del orden de 0.60 segundos
- **Pre-soplado:** Simultáneamente con la introducción de los vástagos o varillas de estirado, se introduce aire a relativamente baja presión (6 a 12 bar) lo que acompaña el proceso de estirado longitudinal y va provocando en forma simultánea el agrande del diámetro (estiramiento radial)
- **Soplado:** Por último se introduce aire comprimido seco y libre de aceite pero a mayor presión (40 bars), lo que provoca el moldeo del material PET contra el molde que esta cavado en negativo con la forma deseada. Cuanto mayor sea la complejidad de las formas deseadas será mayor el tiempo necesario de actuación del aire de alta presión contra el molde (típico 0.40 segundos).





El contacto del material con el molde que se encuentra frío (4 grados aproximadamente), lo vuelve rígido y se detiene el proceso de bi-orientación.

### **5.8.9 Máquinas de soplado PET**

Las máquinas sopladoras de envases PET están compuestas por un molde de dos mitades, generalmente simétricas, sobre las cuales se moldea la botella deseada.

Para ello se hace ingresar en su interior una “preforma” de PET (Tereftalato de Polietileno), previamente calentada en los hornos, y se la estira mecánicamente al tiempo que se realiza un “pre-soplado” a presión de 6 a 12 Bars seguida del soplado propiamente dicho a 40 Bars.

Además de la función principal descrita, hay otras partes que complementan a esta y que son la carga de preformas y la descarga de botellas. Estas funciones pueden también hacerse manualmente si las producciones no son altas.

Un diagrama de flujo del proceso de soplado en botellas PET se presenta a continuación en forma general:



Figura

7 diagrama de flujo del Proceso de Soplado

Las operaciones estrictamente secuenciales y que por lo tanto definen el ciclo de la máquina van desde la apertura del molde para ingresar preformas – sacar envases, hasta el escape de aire a alta presión. Las otras operaciones se realizan en simultaneo y por lo tanto no agregan tiempo al ciclo.

## 5.9 Equipos

Los equipos que se utilizan en el proceso dependen de la técnica empleada. Si se trata de inyección-soplado se necesitará como mínimo; una inyectora, encargada de realizar la preforma inicial, un equipo calefactor para incrementar la temperatura de la preforma y llevar el material así a un estado plástico para poder deformarlo y por ultimo un equipo de soplado que se utilizará para inyectar el aire a presión.

Si se trata de extrusión-soplado entonces se necesitará una extrusora, para la obtención y un equipo de soplado para la inyección del aire, si el proceso lo



requiere se añadirá un equipo calefactor. Además esta técnica requiere en algunas ocasiones un equipo auxiliar, el cual puede estar formado por un acumulador y/o una boquilla de orificio variable.

El equipo acumulador está compuesto por una cavidad, encargada de almacenar la dosis requerida y un pistón cuyo objetivo es empujar el plástico fundido hacia el cabezal de la boquilla. Por otra parte la boquilla de orificio variable se utiliza para programar una extrusión con diferentes espesores.

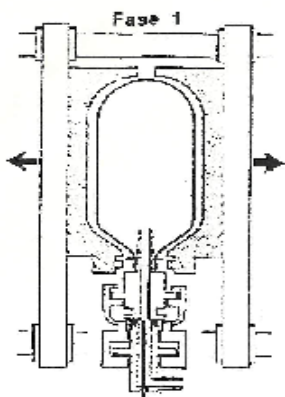
### 5.9.1 Aspectos económico-productivos

El proceso de moldeo por soplado tiene una productividad muy alta es de los procesos para plásticos más productivos que existen y en la actualidad está muy extendido.

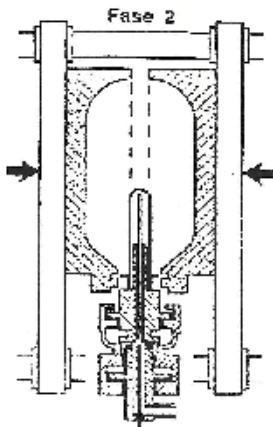
Esto se debe a que los tiempos de fabricación son realmente bajos, pues generalmente de todo el ciclo del proceso sólo el enfriamiento supone 2/3 de este y además, el enfriamiento no suele ser muy elevado, pues los espesores generalmente son muy delgados y la pieza enfría rápidamente.

Si nos fijamos en lo que supone económicamente el proceso de soplado es un proceso rápidamente amortizable debido a que generalmente se dirige a la fabricación de grandes lotes

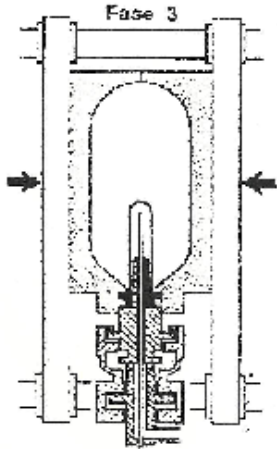
A continuación se presenta las fases del proceso del soplado de la botella.



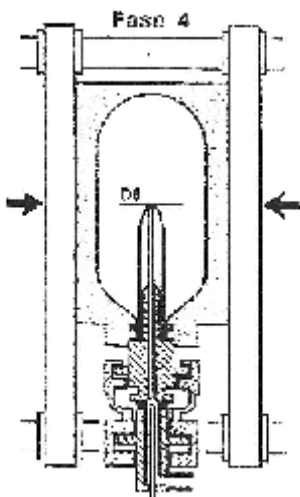
El molde se abre y entra la preforma a moldear que es la de 56.7 g específica para la botella de tres litros de bebidas carbonatada.



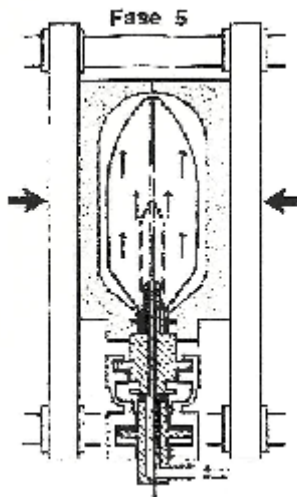
Simultáneamente con el cerrado del molde la varilla de estiramiento penetran en la preforma.



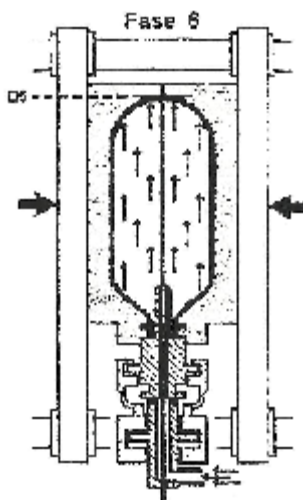
La varilla comienza a ascender estirando la preforma.



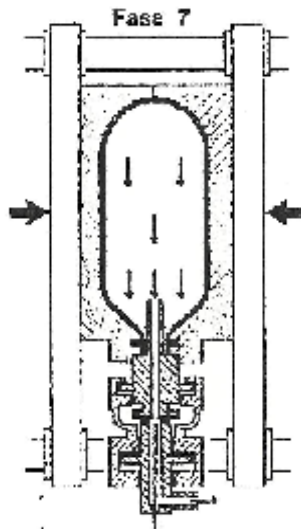
Un detector abre la válvula de pre-soplado.



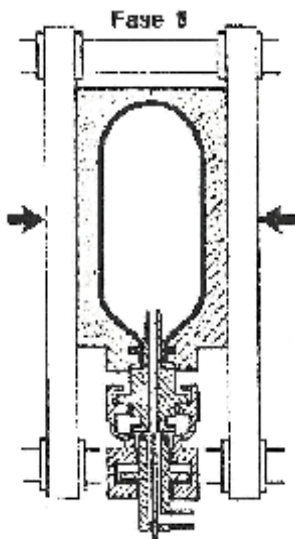
La botella toma forma bajo la acción combinada del pre-soplado y el estiramiento de la varilla que continua subiendo.



Una vez que la varilla toca el final del molde, otro detector, abre la válvula de soplado final, la botella se adapta al molde frio copiándolo.



La válvula de soplado se cierra y se abre la válvula de descarga mientras la varilla desciende



El molde contiene la botella soplada y está listo para abrirse y expulsar la botella de tres litros.



## **5.9.2 DEFECTOS**

### **Defectos de Botellas PET.**

Para evaluar la presentación de la botella de tres litros, ya sea en la recepción del material como durante el proceso de soplado, es necesario conocer y clasificar los defectos que las mismas pueden presentar.

De esta manera se define para cada defecto a un nivel aceptable de calidad que permite clasificarlos a su severidad como:

#### **Defectos Críticos**

Aquellos capaces de generar resultados peligrosos o condiciones inseguras para los individuos que hagan uso del envase, estén encargados de su mantenimiento o manipulación. También son considerados como críticos aquellos que anulan de alguna manera la funcionalidad.

#### **Defectos Mayores**

Son defectos capaces de reducir el tiempo de vida útil del envase ya sea en forma operativa o funcional.

#### **Defectos Menores**

Son defectos que no reducen el uso o la funcionalidad del empaque, pero si afectan la precepción o imagen de la marca ante el consumidor.

El parámetro controlado en las botellas de tres litros se clasifica a su vez en atributos, cuando no se efectúa una medición si no asignación del defecto indicando si las botellas son o no defectuosa y variable cuando el parámetro en cuestión es medible.

#### **Atributos Visuales Evaluados en Botellas PET**

A continuación se listan y describen detalladamente los principales atributos evaluados durante el control visual de apariencia de las botellas sopladas estos defectos pueden presentar en el momento de la entrega en la empresa Embotelladora Nacional S.A, en las preformas o producirse durante el soplado del envase de tres litros.



### **Defectos Críticos**

- Acabado incompleto
- Compresión del acabado
- Banda del cuello incompleta
- Acabado torcido o deformado
- Acabado descentrado
- Acabado oval
- Dimensiones incorrectas
- Contaminación interna
- Golpes en la superficie de sellado
- Hombro grueso o sobre espesor
- Punto de inyección descentrado

### **Defectos Mayores**

- Anillos de humedad
- Cristalinidad en el gate
- Fracturas el anillo de soporte
- Líneas de unión
- Líneas de soldadura
- Inclusiones
- Superficie rugosa

### **Defectos Menores**

- Rayones
- Venas
- Burbujas
- Perlescencia
- Color
- Resina no fundida





### **5.9.3 Descripción de Defectos de Botellas**

#### **Acabado Incompleto**

Grietas o resquebrajaduras en la superficie de sellado.

#### **Compresión del Acabado**

Defecto producto en la fabricación de la preforma como consecuencia del rellenado incompleto del molde de inyección.

#### **Cuerda Incompleta o con paso Deforme**

Causada por roscas con un perfil reducido o inadecuada formación de la rosca.

#### **Banda del Cuello Incompleto**

Rellenado incompleto de la banda debajo de la rosa durante la inyección.

#### **Acabado Torcido o Deformado**

Ondulaciones o irregularidad en la superficie de sellado.

#### **Ensayos de Control de Botellas**

A continuación se listan y detallan las principales pruebas que se efectúan en botellas sopladas tanto para control del proceso, aseguramiento de calidad o ensayos específicos en laboratorios.

- ❖ Apariencia
- ❖ Dimensiones
- ❖ Peso de material
- ❖ Capacidad al derrame
- ❖ Distribución de material
- ❖ Presión interna
- ❖ Perpendicularidad
- ❖ Retención de carbonatación
- ❖ Carga vertical
- ❖ Resistencia al impacto
- ❖ Pesos seccionales de la botella
- ❖ Altura de línea de molde
- ❖ A continuación se presenta los defectos que se dan con frecuencia y es necesario corregirlas para obtener un producto de calidad.



## VI. PROCESAMIENTO DE LA BOTELLA PET.

### 6.1 Presentación de la botella de tres litros

La Empresa Embotelladora Nacional S.A, cuentan con distintas presentaciones de envase PET, entre las cuales están 0.5 litro, 1 litro, 1.5 litros, 2 litros, 2.5 litros y 3 litros.

La botella de tres litros presentó su nuevo diseño de ondulaciones que nace para obtener una mejor comercialización y presentación al consumidor final de esta bebida carbonatada y solucionar defectos de hombro grueso y punto de inyección descentrado que son críticos en el proceso de soplado.

A continuación se dan a conocer los siguientes defectos hombro grueso y punto de inyección descentrado en las figuras siguientes.

El hombro grueso o también conocido como sobre espesor de hombros es un defecto que se presenta con frecuencia en la botella de tres litros y lo que provoca es un mayor contenido del material PET en la parte de los hombros del envase, provocando causas de explosión de la botella de tres litros.

Maximo	Tolerancia	Presentación	0.5 Litros Globe
25.30	gr+ / - 0.3	Capacidad Nominal	500 ml
608.00	ml + 8 / - 6	Nivel de Llenado	40 mm
245.90	mm + / - 0.74	Forma Utilizada	PGES 25 grs.
23.56	mm + / - 0.13	<b>CONDICIONES</b>	
	mm + / - 0.15	<b>Objetivo</b>	
	mm + / - 0.34	Peso	25 grs
	mm + / - 0.31	Capacidad llenado	500 ml
	mm +	Altura Total	230 mm
		Diametro T	27.43 mm
		Diametro E	24.51 mm
		Diametro Hombro	63.7 mm
		Panel	59.3 mm
			63.7 mm
			5 grs.
			> 0.30 mm
			> 0.25 mm
			25 mm
			mm

**Figura 9, HOMBRO GRUESO**



**Figura 8, PUNTO DE INYECCIÓN DESCENTRADO.**

El defecto punto de inyección descentrado posee la característica que en la parte de la base inferior de la botella de tres litros de diseño de ondulación produzca explosiones, escape de dióxido de carbono o deformaciones de los pétalos del envase. Es necesario corregir los defectos de la botella para obtener una calidad final que garantice la bebida carbonatada y minimice los costos de producción durante su proceso de soplado.



## **VII. Preguntas Directrices**

1-¿Implementa la Empresa Embotelladora Nacional S.A el método adecuado para almacenar la preforma?

2-¿Cuáles son las condiciones de la planta y maquinaria utilizada para el soplado de la preforma y que requerimientos de calidad existen para evitar los defecto Hombro Grueso y Punto de Inyección Descentrado en el soplado?

3-¿Cómo es posible que los defectos Hombro Grueso y Punto de Inyección Descentrado sean minimizados en la producción de la botella de tres litros para bebidas carbonatadas?



## VIII. DISEÑO METODOLÓGICO

### 8.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL ESTUDIO

Este trabajo se llevó a cabo en la Embotelladora Nacional S.A. ubicada en la ciudad de Managua del departamento de Managua, su localización es carretera panamericana norte, kilómetro 8, de la gasolinera UNO, 500 metros al sur.

### 8.2 TIPO DE ESTUDIO

El estudio realizado es de tipo descriptivo cualitativo, porque se describe los defectos de hombro grueso y punto de inyección descentrado, y es de corte transversal porque permite medir la magnitud del problema en la empresa en un tiempo específico.

Este estudio comprendió una etapa de observación que se llevo a cabo durante los meses de Octubre a Noviembre obteniéndose resultados de las causas de los defectos Hombro Grueso y Punto de Inyección Descentrado.

Poniendo en práctica soluciones en conjunto con el personal de calidad que se implemento en Diciembre de 2011 que se obtuvo corregir de manera significativa los defectos en la botella de tres litros.

### 8.3 UNIVERSO Y MUESTRA

**UNIVERSO:** El universo de estudio está constituido por la Empresa Embotelladora Nacional, SA.

**POBLACIÓN:** La población de este estudio está constituido por las preformas del periodo de la investigación que se realizó en un tiempo determinado (Agosto-diciembre 2011).

**MUESTRA:** La muestra es constituida por la preforma Easton que es la materia prima para producir botella de tres litros de bebidas carbonadas.

### 8.4 BREVE DESCRIPCION DEL AMBITO DE ESTUDIO

La empresa Embotelladora Nacional S.A permanece en funcionamiento de lunes a domingos, cuenta con tres turnos de trabajo de ocho horas, donde laboran personas calificadas, el proceso comienza con la inspección de la preforma que debe cumplir con los parámetros de calidad para después comenzar el soplado de botellas.

Previamente antes de ser soplada la botella es verificada por los técnicos que posea un control de calidad de la preforma.



## **8.5 MATERIALES Y METODOS**

**Los Materiales para recolectar información fueron los siguientes:**

Documentación bibliográfica, ficha de inspección, fotos, textos paralelos, observaciones (directas, indirectas).

Materiales para procesar la información.

**Los materiales para procesar información que se utilizaron se menciona a continuación:**

De acuerdo al programa de actividades el procesamiento de la información obtenida se realizó mediante resumen de documentación bibliográfica y para la redacción de este trabajo la herramienta Microsoft Word y para la elaboración de grafico lineal se utilizó Microsoft Excel.

**Método de recopilación de información:**

Este trabajo se llevó a cabo aplicando dos métodos, el método de observación directa y el método de observación indirecta.

**Método de observación directa:**

Este método incluye el análisis y la inspección del defecto a través de la visita de la Empresa Embotelladora Nacional, S.A, ubicada en la carretera panamericana norte, kilómetro 8, de la gasolinera UNO, 500 metros al sur, para la evaluación insisto de la planta.

**Método de observación indirecta:**

Este método incluye entrevista e inspección del proceso durante la producción de la botella de tres litros.

Aplicando indirectamente la aplicación de variables de calidad que se fomentan en las buenas prácticas de manufactura para obtener valores en la operación de variables que dan como resultado optimas condiciones higiénicas de la Embotelladora Nacional S.A.



### 8.6 Operacionalización de las variables para establecer las condiciones que presenta la Embotelladora Nacional.

Tipo de variable	variable	Definición	Valor 6-60: Malo 61-70: Regular 71-80: Bueno 81-100: Excelente.
Dependiente	<b>Calidad</b>	La American society Fort Quality (ASQ) afirma que la calidad es la totalidad de detalles y característica de un producto o servicio que influye en su capacidad para satisfacer necesidad dadas.	Buena
	<b>INOCUIDAD</b>	Es la garantía de que envase no cause efectos adversos al consumidor.	Buena

Independiente	Establecimiento	<b>Alrededores:</b> Buenas condiciones en el proceso de almacenamiento en forma adecuada de equipo en desuso, patios, limpios, drenaje adecuado, tratamiento de desechos adecuado.	Buena
		<b>Ubicación:</b> situada en zonas no expuestas a contaminación, delimitada por mayas, vías de acceso pavimentales.	
		<b>Diseño y construcción:</b> Diseño que facilite su limpieza, áreas específicas para vestidores, comedores, flujo de procesos productivos, espacio suficiente.	
		<b>Pisos:</b> de material de concreto.	
		<b>Paredes:</b> paredes exteriores de concreto, paredes interiores impermeable.	
		<b>Techos:</b> que eviten la acumulación de suciedad, de fácil limpieza	
	Personal	<b>Ventanas y puertas:</b> fácil de limpiar.	



	Control en el proceso y en la producción	<p><b>Iluminación:</b> protegida contra roturas, alambrada cubierto con tubos aislantes.</p> <p><b>Ventilación:</b> ventilación adecuada.</p> <p><b>Instalaciones sanitarias:</b> equipadas con facilidades sanitarias adecuadas.</p> <p>Abastecimiento de agua adecuada, agua potable.</p> <p><b>Tubería:</b> pintada, tamaño y diseño adecuado.</p> <p>Manejo y disposición de desechos.</p> <p><b>Drenaje:</b> instalaciones adecuada de desagüen y eliminación de desechos.</p> <p><b>Practicas higienes:</b> adecuada la ropa protectora.</p> <p>Control de salud, constancia o carnet actualizado.</p> <p><b>Materia prima:</b> control y registro de la potabilidad del agua, materia prima sin indicios de contaminación y almacenado adecuadamente.</p>	
	Almacenamiento y distribución	<p><b>Registro y documentación:</b> registro apropiados de elaboración producción y distribución, control de registro</p> <p><b>Almacenamiento y distribución:</b> materia y prima productos terminados almacenado adecuadamente, inspección periódica de materia prima, etc.</p>	Bueno

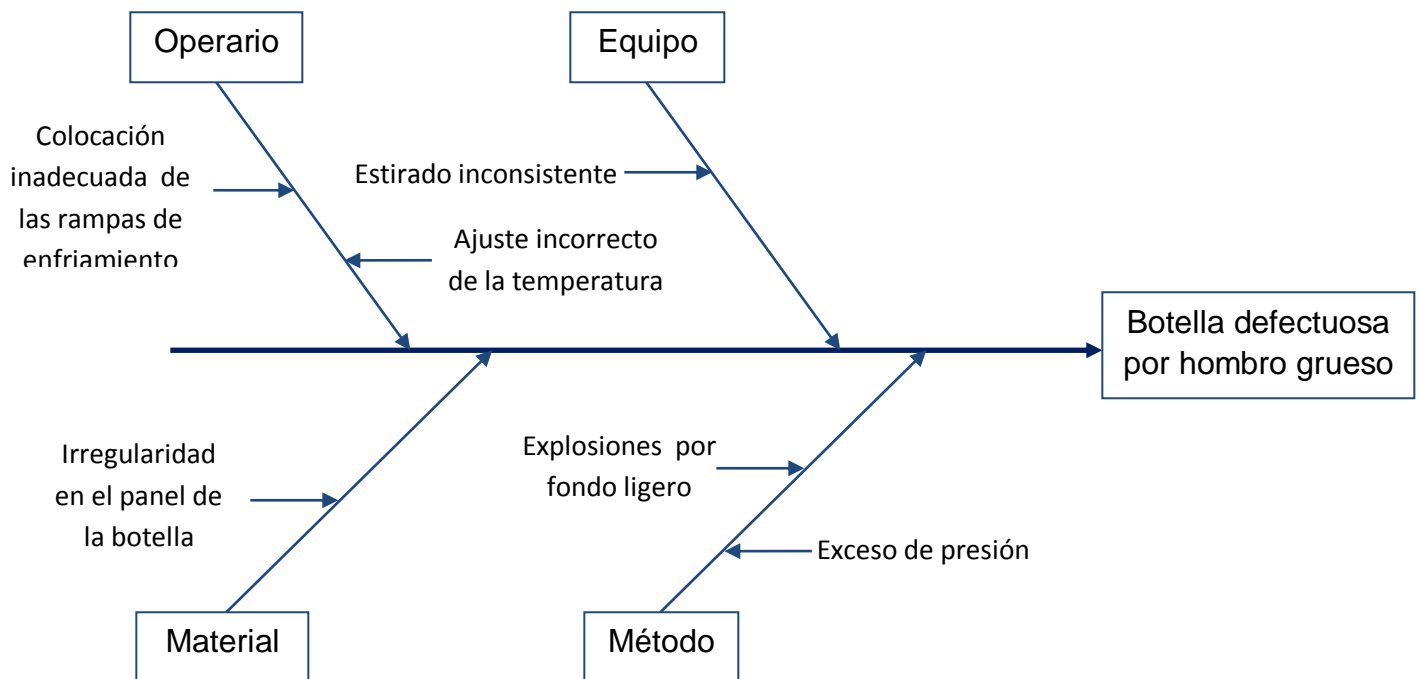




### 8.7 Identificación de causas del defecto hombro grueso en la botella de tres litros.

- 1- Demasiada presión durante su aplicación provocando las condiciones de estirado en parámetros no determinados del envase.
- 2- Durante la colocación de las rampas es una causa que surge debido a la falta de experiencia en los operarios de la maquinaria.
- 3- La preforma que no es acondicionada antes de pasar a ser soplada surgiendo que la preforma no adquiera una temperatura ambiente provocando irregularidad en la botella.
- 4- La temperatura exógena puede producir afectación dentro de las instalaciones adquiriendo más temperatura el horno que la que se le puede programar.
- 5- Fallas de mantenimiento del horno durante las corridas de soplado de la botella de bebidas carbonatadas.

#### Diagrama de causa del defecto hombro grueso.

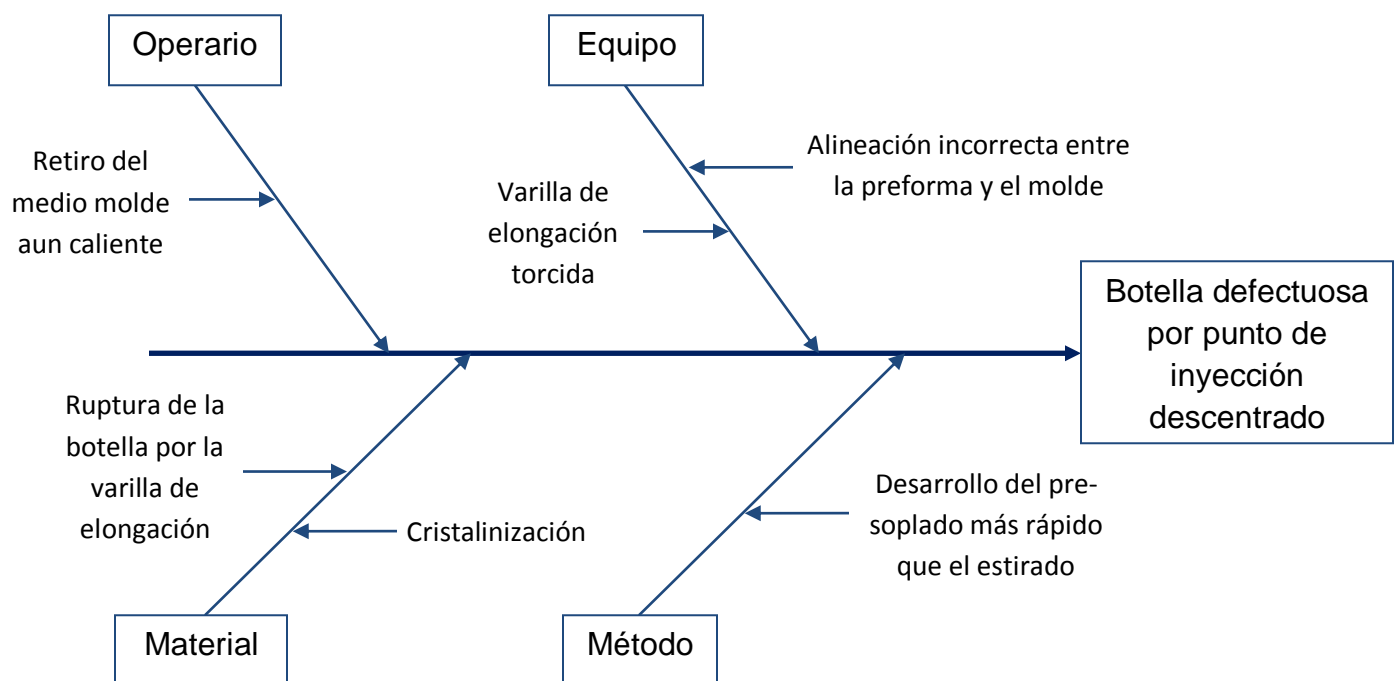




### 8.8 Identificación de causas del punto de inyección descentrado en la botella de tres litros.

- 1- Cuando no se ajustan en el equipo los moldes correctamente provoca una mala alineación resultando la botella físicamente con imperfecciones en su punto de inyección.
- 2- Los operarios deben colocar la varilla en su posición correcta para no incrementar y provocar que la varilla pueda torcerse en la aplicación del proceso de soplado.
- 3- El personal de control de calidad deben observar que las preformas no posean cristalinidad para no causar el defecto que se manifiesta en el punto de inyección descentrado.
- 4- Cuando se extrae la botella del molde se debe verificar la temperatura del agua que debe estar fría entre 10° Celsius para enfriar al envase aun caliente si esto no pasa se producirá el punto de inyección descentrado.
- 5- se deben verificar las lámparas ultravioletas que estas producen el calor necesario para transformar la preforma en el envase que deseamos por medio de los moldes y así eliminar explosiones en la base de la botella a causa del punto de inyección descentrado.

#### Diagrama de defecto de punto de inyección descentrado.





## IX. RESULTADOS

Resultados obtenidos en la Embotelladora Nacional.

9.1 Evaluación de los defectos hombro grueso y punto de inyección descentrado en la botella de tres litros durante los meses de Agosto a Noviembre del año 2011.

Día / Mes	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
1	-	-	-	PI
2	-	PI	PI	HG/PI
3	-	PI	-	-
4	HG	-	-	-
5	-	HG/PI	-	HG
6	-	-	-	-
7	-	-	-	HG
8	-	HG/PI	HG/PI	-
9	HG	HG	HG	-
10	-	-	PI	-
11	-	-	-	-
12	-	PI	-	-
13	-	-	-	HG
14	-	HG	HG	-
15	-	HG/PI	HG	PI
16	HG/PI	-	PI	-
17	HG/PI	-	-	HG/PI
18	-	-	-	-
19	-	-	-	-
20	-	HG	HG	PI
21	-	HG/PI	HG	-
22	HG/PI	-	PI	-
23	-	-	-	-
24	-	-	-	-
25	HG	-	PI	HG/PI
26	HG	PI	-	HG
27	PI	-	-	-
28	-	-	HG	HG/PI
29	-	-	PI	HG/PI
30	PI	HG	-	-
31	-	-	HG	-

Tabla 1

HG: Hombro grueso

PI: Punto de inyección descentrado



### 9.2 Sumatoria de los defectos de la botella de tres litros durante los meses de Agosto a Noviembre del año 2011.

Mes	Defectos por punto de inyección (en días)	Defectos por hombro grueso (en días)
Agosto	7	5
Septiembre	8	8
Octubre	7	8
Noviembre	8	9
TOTAL	30	30

Tabla 2

### 9.3 Resultados de la evaluación de los defectos hombro grueso y punto de inyección descentrado en la botella de tres litros durante los meses de Agosto a Noviembre del año 2011.

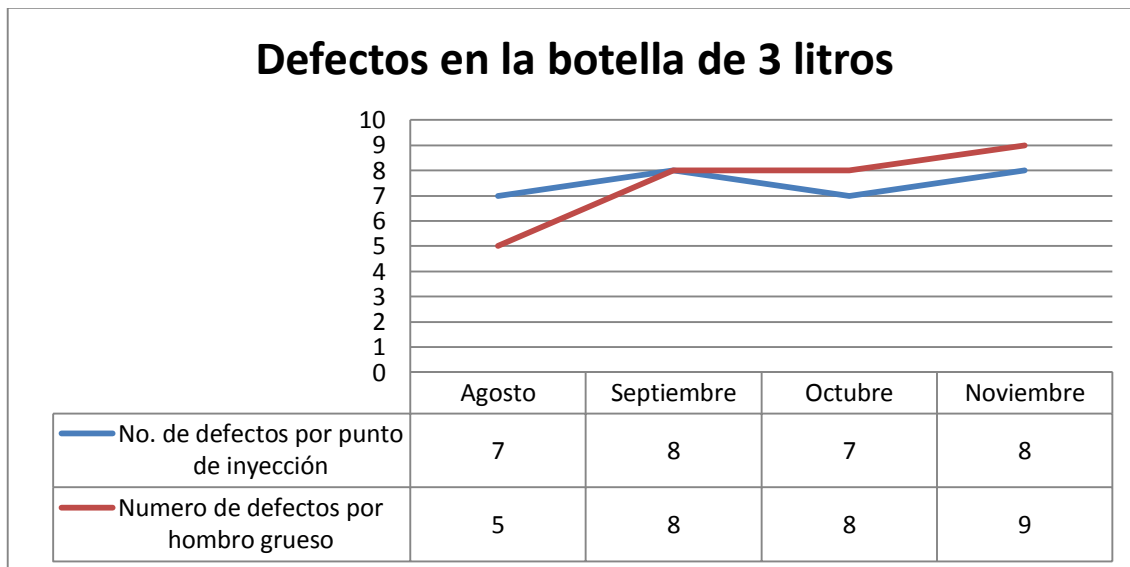


Tabla 3

Los resultados obtenidos de la botella de tres litros durante el periodo de Agosto a Noviembre del año 2011 en la Embotelladora Nacional S.A. da a conocer que en las operaciones de pre-soplado y soplado de la preforma PET posee deficiencias en la producción en el volumen de producción que causan los defectos punto de inyección descentrado y hombro grueso.

Por consiguiente estos defectos son de gran magnitud debido a que causan perdidas del envase y monetaria a la empresa, atribuyendo cambios para corregir y ajustar controles de calidad necesarios en la implementación de la botella de tres litros para bebidas carbonatadas.



#### **9.4 Medidas ejecutadas en el área producción para minimizar los defectos de hombro grueso y punto de inyección descentrado en la botella de tres litros.**

- Mejorar el pre-soplado mas tarde o reducir la presión para que no se produzca la causa de que la botella salga inconsistente durante la producción.
- Condicionar el perfil de la temperatura en las lámparas que conducen la energía en más frío en el cuerpo y en el fondo más caliente bajo el cuello. Si el problema sobreviene en una única estación disminuir el caudal de pre-soplado.
- Verificar y controlar con seguimiento los parámetros de temperatura, presión, humedad, temperatura del horno antes que comienza a marchar el equipo en la producción de las botellas.
- Verificar rampas de enfriamiento controlando el enfriamiento de la botella.
- Utilizar el método de observación para examinar en las preformas la cristalinidad y la mala perpendicularidad previamente en la ambientación de esta materia prima.
- Verificar el circuito de refrigeración de los moldes controlando la temperatura adecuada para enfriar el envase.
- Ajustar la distancia de la varilla de elongación al fondo del molde para que no surja una ruptura al fondo del envase.
- Reducir la presión del pre-soplado cada vez que se comience una nueva corrida de soplado de la botella de tres litros.
- Verificar la varilla de elongación y su guiado antes de iniciar el proceso de producción del envase.



### 9.5 Resultados de la producción de la botella en los meses de Agosto a Diciembre del 2011.

Volumen de producción de botellas 3 litros durante agosto – diciembre				
Mes	Corridas x mes	Unidades x corrida	Unidades requeridas x mes	Botellas defectuosas
Agosto	7	24800	173600	5208
Septiembre	8	24800	198400	5952
Octubre	8	24800	198400	5952
Noviembre	9	24800	223200	6696
Diciembre	9	24800	223200	2232

**Tabla 4**

Durante el periodo de Agosto a Noviembre del año 2011 se estimó el porcentaje de botellas defectuosas en un 3% sin embargo en el mes de Diciembre las medidas de prevención y seguimiento diseñadas en conjunto con el personal de la planta, nos disminuyó este porcentaje a un 1%, demostrando la eficiencia en la producción y ahorrando a la compañía 4464 botellas de desuso.

Mes	% de botellas defectuosas por HG	% de botellas defectuosas por PID	Botellas defectuosas x HG	Botellas defectuosas x PID	Botellas defectuosas totales
Agosto	60%	40%	3125	2083	5208
Septiembre	55%	45%	3274	2678	5952
Octubre	58%	42%	3452	2500	5952
Noviembre	56%	44%	3750	2946	6696
Diciembre	58%	42%	1295	937	2232

**Tabla 5**



## **X. ANALISIS DE LOS RESULTADOS**

Los resultados obtenidos en la empresa embotelladora nacional S.A. dan a conocer el funcionamiento óptimo de las soluciones correctivas que se deben implementar para mejorar los defectos hombro grueso y punto de inyección descentrado en el área de soplado de la planta.

Durante la etapa de observación directa que se llevo a cabo en los meses de Octubre a Noviembre del 2011, se elaboraron medidas de prevención en conjunto con el personal de control de calidad y operarios que fueron implementadas en Diciembre del 2011.

En la aplicación de soluciones propuestas en los defectos Hombro Grueso y Punto de Inyección Descentrado al personal de la empresa debe tener en consideraciones lo siguiente:

- ✓ Las preformas deben poseer una rotación de inventario fijo con el objetivo de evitar la degradación del material.
- ✓ Las preformas deben estar resguardadas a la humedad, al calor y al polvo ya que provocan deterioro y son causas probables de defectos durante el soplado.
- ✓ Se debe adecuar una habitación con temperatura controlada para el almacenamiento de las cajas de las preformas y evitar un exceso de embalaje durante la permanencia de estas, antes de utilizarse.
- ✓ Evitar conservar preformas por un tiempo mayor de 30 días ya que causa inestabilidad en las moléculas del PET.
- ✓ Mantener las normas y medidas higiénicas adecuadas en el almacenamiento de la preforma principalmente proteger de residuos de agua presentes en el ambiente que provocan degradación en las propiedades intrínsecas del PET.
- ✓ Verificar diariamente, antes del proceso de producción de la botella de tres litros la presión de la carga de la inyectora.
- ✓ Controlar los ciclos del calentamiento durante el pre-soplado y soplado de la botella de tres litros.



- ✓ De los proveedores de resina que son: Parastar, Cleartuf y Eastlon, el más idóneo para el proceso de la botella de tres litros es la resina Eastlon debido a que se necesita menor energía para realizar el soplado y obtener una botella de calidad.
- ✓ Antes del proceso de soplado es necesario condicionar la preforma a temperatura ambiente para evitar su deformación en el soplado.
- ✓ Limpiar y cambiar las lámparas ultravioletas antes de iniciar el proceso de producción con el objetivo de que suministren la temperatura idónea durante el calentamiento de la preforma.
- ✓ Los equipos de ventilación de la planta se encuentran en mal estado provocando el aumento de temperatura en los hornos.
- ✓ El equipo utilizado en el proceso de soplado es la maquinaria SIDEL, un equipo moderno que produce de 4,000 a 4,500 botellas por hora.
- ✓ En la planta se induce al personal a cumplir con todas las prácticas y medidas a implementar durante cualquier situación que se presente en la maquinaria.
- ✓ Los defectos de hombro grueso y punto de inyección descentrado provocan en la botella una inestabilidad que genera la explosión de la botella en su punto más vulnerable.

Aplicando las medidas de prevención y ajustes en mejoras de la producción en conjunto con el personal se obtuvieron datos positivos corrigiendo los defectos Hombro Grueso y Punto de Inyección Descentrado de 3 por ciento a 1 por ciento en su totalidad.





## **XI. CONCLUSIONES**

Mediante la realización de este trabajo fundamentado en la solución de los defectos hombro grueso y punto de inyección descentrado se concluye que:

- ✓ El análisis efectuado en la Embotelladora Nacional, S.A refleja corregir variable para dar solución a los defectos que causan inestabilidad en la botella de tres litro.
- ✓ En la planta se hace necesario poseer una habitación o lugar destinado que resguarde en óptima condiciones la preforma hasta el momento del soplado, para que no provoque mayores defectos en la producción del envase.
- ✓ Durante el proceso del soplado hay que tener en cuenta iniciar la producción controlando la temperatura externa e interna, presiones que se le van a suministrar a la preforma temperatura del agua para enfriar la botella y realizar controles de calidad en corrida corta del proceso, o sea cada diez minutos.
- ✓ Los moldes debe ser revisados antes de iniciar la producción, lámparas de ultra violeta serán valorada para descartar cualquier daño de la misma y así no fomentar más errores o defecto.
- ✓ La solución de los defectos en este trabajo depende de parámetro físico como la temperatura, el mal calentamiento del horno, mal acondicionamiento de la preforma.
- ✓ Las causas físicas y químicas que provocan defectos en la botella son: presión, humedad, temperatura, acetaldehído, viscosidad, propiedades intrínsecas del material y porcentaje de hidróxido de sodio.



## **XII. RECOMENDACIONES**

En base al análisis y soluciones que presenta en la investigación en la Empresa Nacional S.A, sobre corregir los defectos hombro grueso y punto de inyección descentrado, se propone las siguientes recomendaciones:

Para el mejoramiento de las áreas que necesitan una mayor aplicación de acción por parte de la empresa.

### **Variable de Almacenamiento**

La empresa debe poseer una aérea para la materia prima en este caso la preforma para que pueda ser controlada sus característica físicas y químicas durante el tiempo de almacenamiento para que no acurrar otros defectos en el proceso de soplado de la botella de tres litros.

### **Variable del Equipo**

Elaborar un programa escrito de mantenimiento preventivo en la maquinaria utilizada en la producción de la botella, revisar los moldes antes de ser colocado en la posición indicada, para que no produzca ninguna alteración en la estructura del envase o desgate propio del molde que se pretende obtener, ene este caso modelo de ondulaciones.

Los equipos de laboratorio deben ser calibrado para obtener satos confiables en la elaboración de la botella, se sugiere mantener las lámparas de ultra violeta limpias o cambiarla si es el caso antes de comenzar un nuevo proceso en la producción de la botella de tres litros; es muy importante la temperatura tanto externa como interna y propia de la maquinaria para obtener un rendimiento optimo del envase final

### **Variable del Control del Proceso**

Es necesario elaborar un programa de capacitación al personal para abordar propuesta al mejoramiento de la producción en las fallas obtenidas en los procesos realizados en la planta.

Controlar todas las variables de producción para obtener una botella con la exigencia del mercado y producto altamente de calidad para bienestar del consumidor y la Empresa Embotelladora Nacional, S.A.



### XIII GLOSARIO

**Botella:** Es un recipiente fabricado en material rígido habitualmente de plástico que tiene habitualmente un cuello más angosto que el cuerpo del recipiente y que se usa para contener productos líquidos.

**Botella de plástico:** Es un envase ligero muy utilizado en la comercialización de líquidos en productos como de lácteos, bebidas, etc.

**Calidad:** Estándar, meta, serie de requisitos. Localidad es un objetivo alcanzable, es un esfuerzo continuo a mejorar, más que un grado físico de excelencia. Es un resultado.

**Contaminación:** Es la alteración nociva del estado natural de un medio como consecuencia de la introducción de un agente totalmente ajeno a ese medio (contaminante), causando inestabilidad, desorden y daño.

**Contaminación Física:** Consiste en la presencia de cuerpos extraños.

**Contaminación Química:** Se produce cuando puede ser una sustancia química, energía (como sonido, calor, o luz), o incluso genes. A veces el contaminante es una sustancia extraña, una forma de energía, o una sustancia natural.

**Cristalización:** Es el proceso por el cual se forma un sólido cristalino, ya sea a partir de un gas, un líquido o una disolución. La cristalización es un proceso en donde los iones, átomos o moléculas que constituyen la red cristalina crean enlaces hasta formar cristales, que se emplea en química con bastante frecuencia para purificar una sustancia sólida.

**Etilenglicol:** Es un compuesto químico que pertenece al grupo de los dioles. El etilenglicol es un líquido transparente, incoloro, ligeramente espeso como el almíbar y leve sabor dulce, son por estas características organolépticas que se suele utilizar distintos colorantes para reconocerlo y así disminuir las intoxicaciones por accidentes.

**Inspección:** La inspección es el método de exploración física que se efectúa por medio de la vista.

**Macromoléculas:** Son moléculas que tienen una masa molecular elevada, formadas por un gran número de átomos.



**Materia Prima** se conocen como materias primas a la materia extraída de la naturaleza y que se transforma para elaborar materiales que más tarde se convertirán en bienes de consumo.

**Medidas Preventiva:** Actividades que se adoptan durante las fases de proyectos, diseños o desarrollo de los trabajos, cuyo fin es evitar o minimizar los efectos que se pueden generar.

**Moldeo:** Es cuando un material se funde y después de hace solidificar en un molde para que adopte la forma de este.

**Monómero:** Es una molécula de pequeña masa molecular, a veces cientos o miles, por medio de enlaces químicos, generalmente covalentes, forman macromoléculas llamadas polímeros.

**PET:** Es un tipo de plástico muy usado en envases de bebidas y textiles.

**Permeabilidad:** Es la capacidad de un material para que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna. Se afirma que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable si la cantidad de fluido es despreciable.

**Polímeros:** Son macromoléculas formadas por la unión de moléculas más pequeñas llamadas monómeras.

**Planta:** Es el edificio, las instalaciones físicas y sus alrededores, que se encuentren bajo el control de una misma administración.

**Preforma:** Es el moldeo por soplado es un proceso utilizado para fabricar piezas de plástico huecas gracias a la expansión del material.

**Reacción química:** Es todo proceso químico en el cual dos o más sustancias por efecto de un factor energético, se transforman en otras sustancias llamadas productos.

**Termoplástico:** Es un plástico que se derrite cuando se calienta y se endurece en un estado vítreo cuando se enfría lo suficiente.



#### **XIV BIBLIOGRAFÍA**

Hernández Sampieri, Roberto; et al. Metodología de la Investigación. 2ª. ed.

McGraw-Hill. México, Distrito Federal.

Sequeira Calero, Valinda – Cruz Picón, Astralia (1997). *Investigar es Fácil. Manual de Investigación*. UNAN-Managua, Nicaragua, 1997

Sequeira Calero, Valinda – Cruz, Astralia (2000). *Investigar es Fácil II. Manual de Investigación*. UNAN-Managua, Nicaragua.

Brown H. William, introducción a la Química Orgánica, segunda edición 2002, México, editorial (CECSA).

Lemay Eugene, Brown Theodore, Química la ciencia central, novena edición 2004, editorial Pearson Educación.

Manuales de control de calidad de la Empresa Embotelladora Nacional, S.A.

#### **WEBGRAFIA**

[http://es.wikipedia.org/wiki/Tereftalato\\_de\\_polietileno](http://es.wikipedia.org/wiki/Tereftalato_de_polietileno)

[http://www.eis.uva.es/~macromol//pet/sintesis\\_quimica.htm](http://www.eis.uva.es/~macromol//pet/sintesis_quimica.htm)

<http://es.wikipedia.org/wiki/Botella>

[http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido\\_tereftalico](http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_tereftalico)

<http://www.taringa.net/posts/info/3073311/el-mundo-de-los-envases-PET.html>

Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2011 Microsoft Corporation.



# ANEXOS



### A1. Proceso de la obtención de la preforma PET

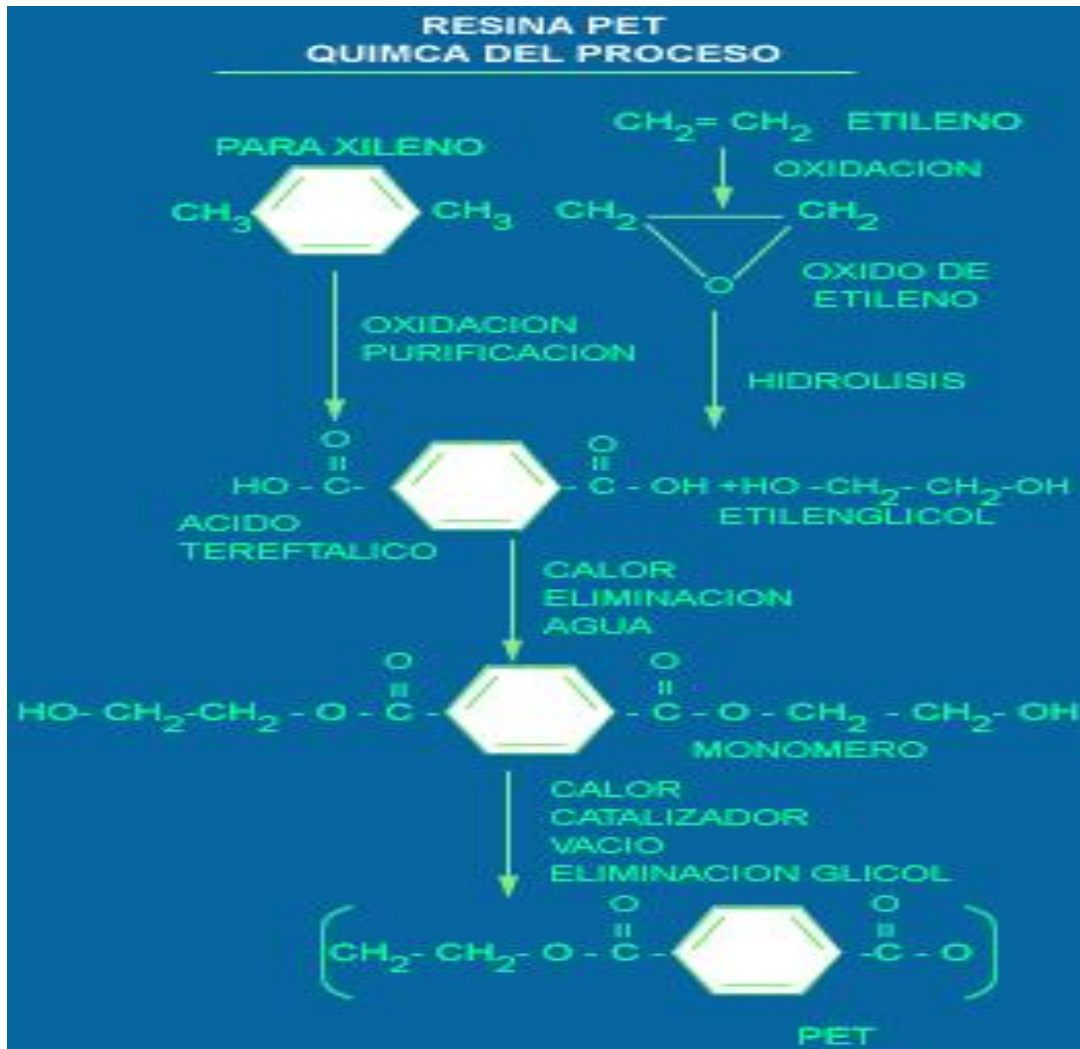
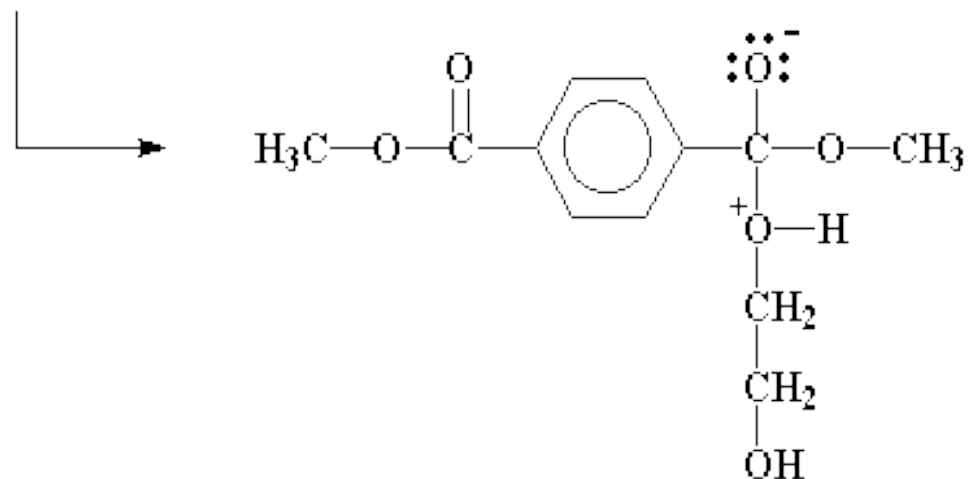
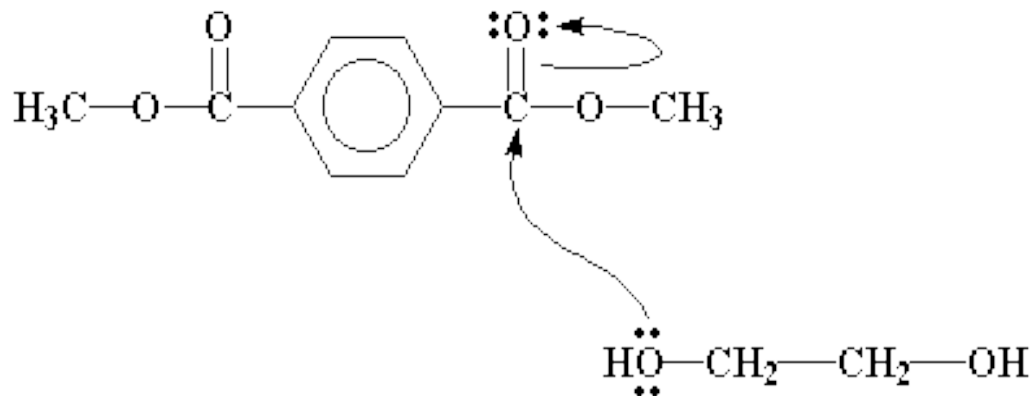


Figura N°1, Esquema de la obtención del PET.



A continuación se desarrolla los mecanismos químicos en la formulación de reacciones químicas en la obtención del PET

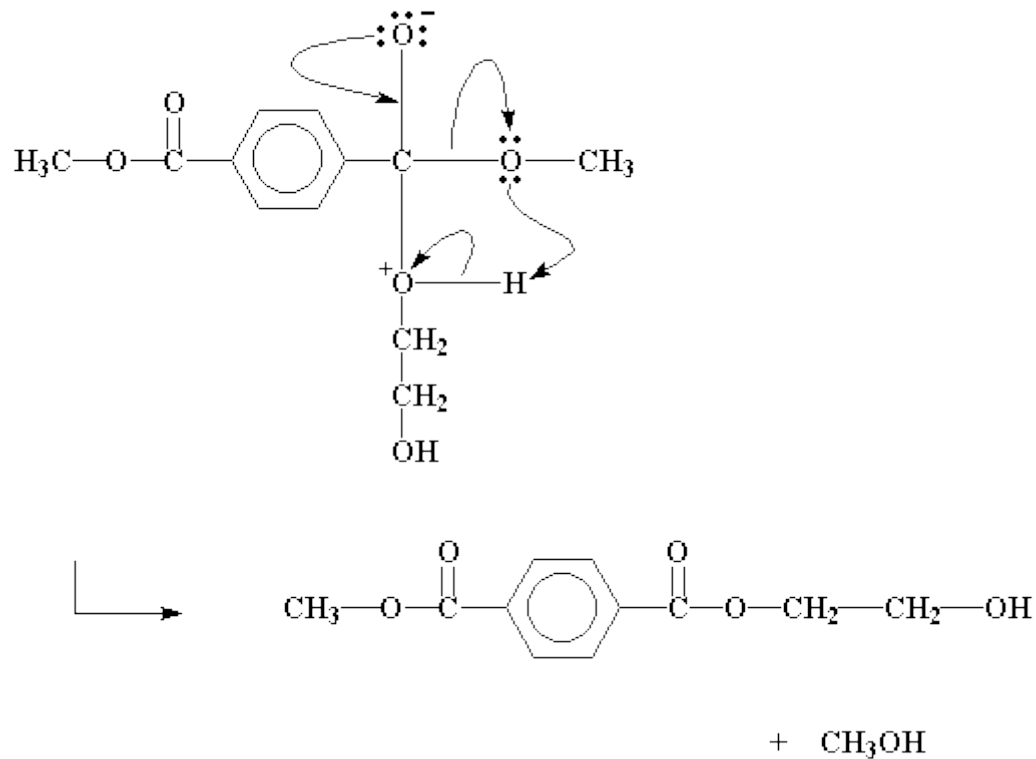
Mecanismo de la reacción del PET



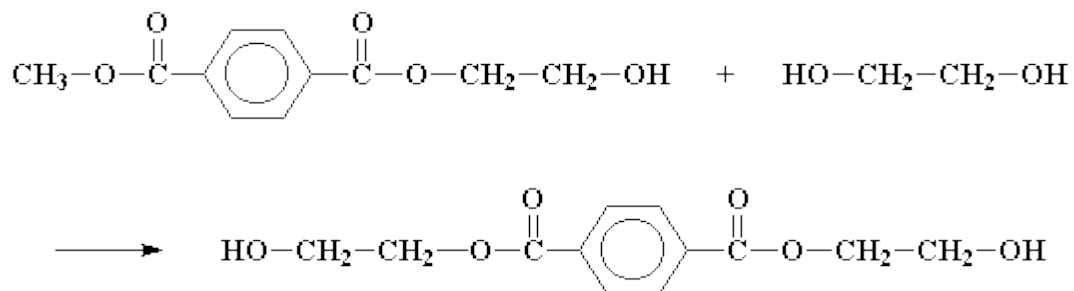




### Ataque nucleofílico del hidroxilo del etilenglicol al grupo Ester

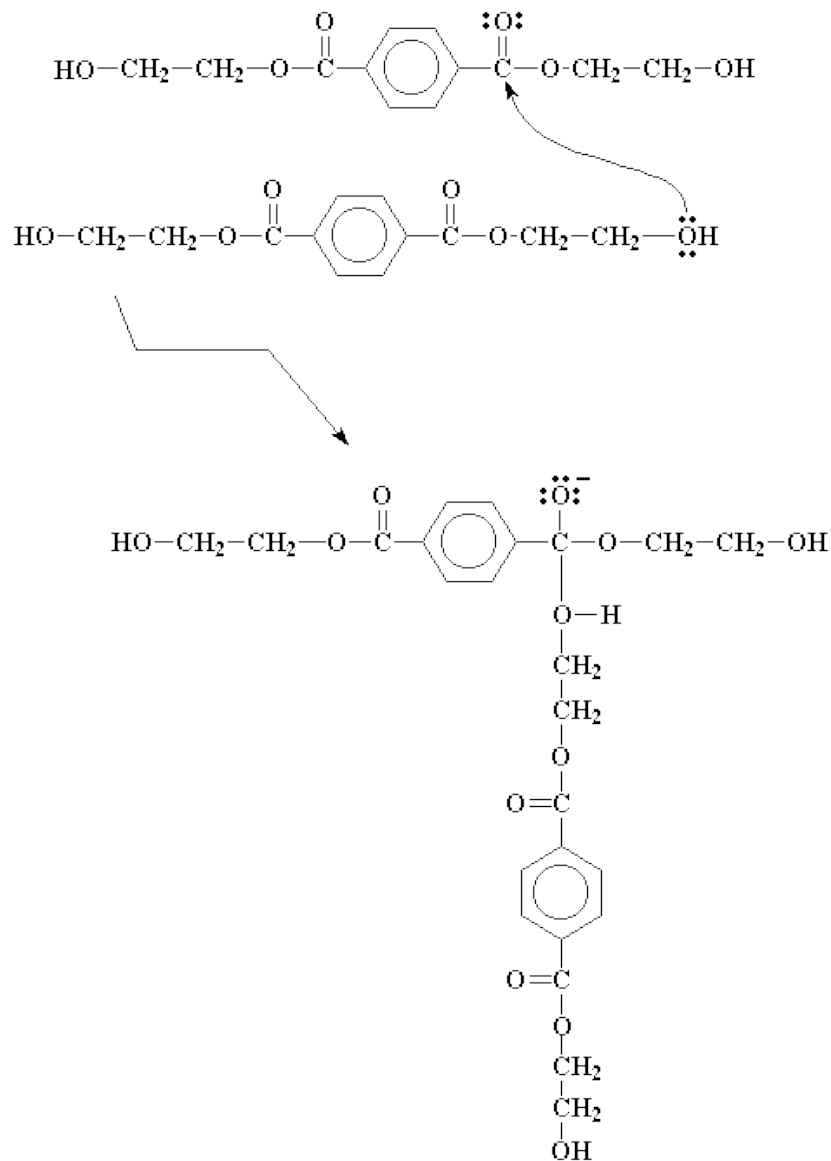


### Eliminación de metanol, formación de un nuevo Ester





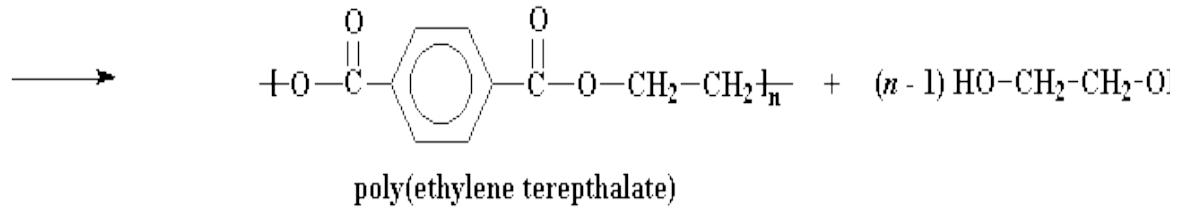
### Formación del producto intermediario: bis(2-hidroxietil)-tereftalato



Nuevo ataque nucleofílico, esta vez por parte del hidróxido del bis(2-hidroxietil)-tereftalato



### Formación del enlace Ester con eliminación de etilenglicol



### Hoja de especificaciones técnicas; 3.0Londulaciones.

#### Características y descripciones de la botella de tres litros.

Especificación	Descripción
Preforma utilizada	56.7 gr PEGS
Color	Transparente.
Nivel de llenado (mm)	39.8

Especificaciones	Límite inferior	Objetivo	Límite superior	Tolerancia
Peso (gr)	56.13	56.70	57.27	0.57
Capacidad de llenado (ml)	3000	3000	3026	26
Altura de botella (mm)	358.92	360.00	361.08	1.08

**Análisis y solución de los defectos de la preforma PET. (Punto de inyección descentrado y hombro grueso) en la botella de tres litros en bebidas carbonatadas.**



Diámetro T	27.27	27.40	27.53	0.13
Diámetro E	24.05	24.20	24.35	0.15
Diámetro Hombro	116.91	117.50	118.09	0.59
Diámetro Panel	114.62	115.20	115.78	0.58
Diámetro Base	116.91	117.50	118.04	0.59
Peso Seccional Base (gr)	13.30	14.05	14.80	0.75

<b>Espesores</b>	<b>Mínimo (mm)</b>
Hombro	0.28
Panel	0.28
Base	0.26
Pétalo	0.24
Punto de inyección	2.60 - 2.65

**Propiedades del PET**

**Propiedades generales**

Material termoplástico	Apto para el calentamiento y moldeo
Propiedad de barrera	Baja permeabilidad al O <sub>2</sub> y al CO <sub>2</sub>
Resistencia a la tensión	Excelente
Resistencia al impacto	Bueno/ moderado
Transparencia	Excelente (estados amorfo y orientado)



**Propiedades Físico – Químicas**

Densidad del material	1.320 – 1.400gr/cm <sup>3</sup>
Viscosidad intrínseca	Baja 0.72 – 0.75 dL/gr. Media 0.76 – 0.79 dL/gr Alta 0.80 – 0.84 dL/gr
Temperatura de fusión (Tm)	245 ° C – 256 ° C
Temperatura de transición vítrea (Tg)	71 ° C
Temperatura mínima de cristalización (Tch)	88 ° C
Temperatura máxima de cristalización (Tcc)	160 ° C – 180 ° C
Fuerza de tensión	No orientado 492 kg/cm <sup>2</sup> (7000 psi) Orientado Axial 775 kg/cm <sup>2</sup> (11000 psi) Diametral 1690 kg/cm <sup>2</sup> (24000 psi)