

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y MANUFACTURERA**



**ESTÁNDARES DE CALIDAD PARA EL PROCESO DE  
PRODUCCIÓN DE BOTELLAS PET-NO RETORNABLES**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:  
INGENIERO QUÍMICO**

**Por la modalidad de:  
ACTUALIZACION DE CONOCIMIENTOS**

**PRESENTADO POR:**

**VICTORIA FELICIDAD RAMÍREZ FIGUEROA**

Lima – Perú

2002

## **DEDICATORIA**

A mis padres y a mi hermano José Luis por su soporte moral, aún desde el cielo. Hombre de valor y empuje. El de los mil oficios. Tu ejemplo perdura. El Señor de la Soledad te cuida.

A Mardonio y Theo por ser únicos.

A mi familia por su apoyo total.

A mis sobrinos Susan, Melissa, Diego, José Mardonio y Laura Andrea Rebeca por ser maravillosos y hombres del mañana.

A DIOS por todo lo recibido.

A mis alumnos: Estudiar es una cautivante invitación a revisar nuestra propia forma de pensar. Dominar disciplinas del saber nos permite enfrentar dificultades y crear nuevos mundos para nosotros y los demás. La capacidad de aprender será vuestra ventaja competitiva...Ah!!..Recuerden que éste es el siglo del permanente estudio . De la constante capacitación. Estar al día, no es asunto de moda, es asunto de supervivencia.

“Educación es la mejor inversión”

## **AGRADECIMIENTO**

A mi hermano Ing. Mardonio Ramírez Figueroa por su permanente apoyo moral y estímulo en la culminación de mis estudios.

A todos los profesores de ésta Universidad, por sus valiosas enseñanzas para mi formación profesional.

Acápiteme aparte merecen mis agradecimientos la Ing. Noemí Quintana A. y la Ing. Duani Mosquera M., colegas y entrañables amigas por el desinteresado apoyo en la realización y culminación del presente trabajo. Asimismo debo mencionar a todas las personas que de una u otra manera hicieron posible el logro de éste objetivo, tales como: Lic. Rolando Astete Ch., Ing. Daniel Vega, Ing. José Zapata S., Ing. Plinio López, Sr. Mario Pagán.

Mucho tengo que agradecer... me prestaron valiosa ayuda.

Me complace desde éste lugar ... mis gracias más sinceras.

## **RESUMEN**

En el presente informe se ha desarrollado las normas, métodos y procedimientos de Control de Calidad que se siguen para la producción de botellas PET no retornables, con la finalidad de garantizar las especificaciones y requerimientos de los clientes, para quienes se da el servicio de soplado.

Se han enfocado los siguientes puntos:

- Fundamento teórico del Poli(Etilen Tereftalato) o PET
- Proceso de elaboración de las botellas PET no retornables
- Requisitos y normas de calidad del producto final (botellas)
- Recomendaciones para el sistema de control de calidad

Los requisitos de calidad sobre el cual trabaja San Miguel Industrial S.A. está basado en las especificaciones señaladas por la Compañía Coca Cola.

## INDICE

### RESUMEN

### INTRODUCCIÓN

### CAPITULO 1

#### OBJETIVO Y LOGROS

1.1 OBJETIVO.....	12
1.2 LOGROS.....	13

### CAPITULO 2

#### FUNDAMENTOS TEÓRICOS.

2.1 POLI(ETILEN TEREFTALATO) o PET .....	14
2.1.1 Síntesis del Poliéster.....	15
2.1.2 Propiedades.....	19
2.1.3 Aplicaciones.....	19
2.1.4 Usos.....	21
2.1.5 Consumo de productos envasados en PET .....	22
2.1.6 Identificación del PET .....	24
2.1.7 Reciclado de Envases PET .....	24
2.2 PROCESO DE ELABORACIÓN DE ENVASES PARA LA INDUSTRIA EMBOTELLADORA. ....	28
2.2.1 Líneas de productos de PET .....	31

2.3	EL SOPLADO CON BIORIENTACIÓN .....	33
2.4	SOPLADORAS .....	34

### **CAPITULO 3**

## **CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BOTELLAS PET-NO RETORNABLES**

3.1	CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO.....	35
3.1.1	Diseño y Componentes.....	35
3.1.2	Materia Prima y Materiales. ....	37
3.1.3	Especificaciones Técnicas. ....	46
3.1.3.1	Para botellas de Marcas Registradas. ....	46
3.1.3.2	Para botellas genéricas.....	49
3.2	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO . ....	55
3.2.1	Etapas del Proceso Productivo (Diagrama de flujo).....	55
3.2.2	Tecnología Aplicada. ....	58
3.2.3	Puntos críticos de control.....	62
3.3	REQUISITOS DE CALIDAD . ....	65
3.3.1	Normas de Calidad. ....	65
3.3.1.1	Principios de calidad .....	65
3.3.1.2	Programa 5 “S”.....	67
3.3.2	Niveles aceptables de calidad. ....	69
3.4	CONTROL DE CALIDAD EN EL PRODUCTO FINAL . ....	69
3.4.1	Importancia . ....	69
3.4.2	Enfoques modernos de calidad en los procesos. ....	69
3.4.3	Funciones del Control de calidad . ....	71
3.4.3.1	Inspección visual . ....	71
3.4.3.2	Prueba de Acetaldehído. ....	71
3.4.3.3	Prueba de Presión interna . ....	72
3.4.3.4	Prueba de soda . ....	72
3.4.4	Consideraciones para el control de calidad .....	75

3.4.4.1 Productos no conformes . . . . .	75
3.4.4.2 Defectos en el producto . . . . .	75
• Causas de los defectos de las botellas . . . . .	82
• Soluciones para remediar los defectos de las botellas . . . . .	83
3.4.5 Recomendaciones para el manejo, almacenamiento, empaque y despacho. . . . .	84
3.4.5.1 Manejo. . . . .	84
3.4.5.2 Empaque. . . . .	84
3.4.5.3 Almacenamiento. . . . .	84
3.4.5.4 Despacho. . . . .	85
3.5 ESTANDARES DE CALIDAD PROPUESTO. . . . .	85
3.5.1. Acetaldehído en preforma. . . . .	86
3.5.2. Calidad de preforma. . . . .	86
3.5.3 Producción diaria. . . . .	87
3.5.4 Soplado de Botellas. . . . .	88
3.5.5 Rango de variación en la altura de botellas. . . . .	93
3.6 RECICLADO DEL PRODUCTO . . . . .	96

## **CAPITULO 4**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1 CONCLUSIONES . . . . .	98
4.2 RECOMENDACIONES . . . . .	99

## **CAPITULO 5**

<b>BIBLIOGRAFÍA . . . . .</b>	<b>101</b>
-------------------------------	------------

**APÉNDICES**

A.1 LOS TIPOS DE PLÁSTICO Y CÓMO RECONOCERLOS . . . . .	104
A.2 MERCOSUR / GMC / RES N° 25/99 . . . . .	109
* REGLAMENTO TÉCNICO MERCOSUR SOBRE ENVASES DE PET MULTICAPA (ÚNICO USO) DESTINADOS AL ENVASADO DE BEBIDAS ANALCOHÓLICAS CARBONATADAS.....	109

## INTRODUCCIÓN

La regla general de que los envases debían ante todo proteger el producto y facilitar su transporte ya no es aplicable sin limitaciones. Los envases tienen que reunir los nuevos requisitos que exigen los consumidores, el comercio y la protección del medio ambiente. Aparte de ser aptos para su función elemental, los envases han de ofrecer la posibilidad de fabricarlos económicamente, de reutilizarlos razonablemente y de eliminarlos con seguridad al final de su ciclo de vida. El Poli(Etilen Tereftalato) o PET, conocido también como poliéster termoplástico, reúne un alto porcentaje de dichos requisitos. Es el material de que se hacen las botellas, no todas, pero cada vez más. El PET está reemplazando al vidrio, pero no sólo eso, sino también y en medida creciente al PVC y otros plásticos con los que todavía se fabrican botellas y envases similares de consistencia sintética. La multitud de evidentes virtudes del PET convence cada día más a usuarios y consumidores. Ese es el motivo de que este plástico típico para envases, siga progresando, de ahí la importancia de éste informe.

Según estimaciones oficiales, el mercado mundial de PET bordea actualmente unos 17 millones de toneladas al año. Más del 60 por ciento, o sea la mayor parte, llega al comercio en forma de fibras de poliéster, restando por lo tanto, cerca de 7 millones de toneladas de PET como materia prima para envases. Y precisamente en este segmento se pronostican tasas de crecimiento extraordinarias para los

próximos años. El reducido peso y la notable resistencia son los argumentos decisivos a favor de la botella PET. Porque las ventajas son realmente de peso. Mientras que la “botella de vidrio clásica” pesa vacía unos 600 gramos, la botella de PET es un auténtico “peso pluma” cuya tara no supone más de 56 gramos. Dada una caja de 12 botellas, eso representa una reducción de más de 6 kilos y el consiguiente ahorro en (concepto de) gastos de transporte. Además de ser una ventaja decisiva para el consumidor, la reducción del peso repercute favorablemente en los tamaños y, por lo tanto, es asimismo ventajosa para los distribuidores de bebidas con gas. Por ejemplo, para transportar en camiones 10.000 hectolitros de agua habría que hacer alrededor de 30 por ciento menos viajes. Dicho en otros términos: eso significaría consumir 30 por ciento menos de combustible y reducir también en un 30 por ciento las emisiones de gases de escape de los camiones, lo que redundaría enormemente en provecho del medio ambiente.

Los envases de PET ofrecen una serie de ventajas en comparación con el vidrio, tanto en el aspecto económico como en el ecológico. Otra ventaja más y muy esencial, son las excelentes posibilidades de reciclaje. La Industria incorpora a sus procesos de producción, el material de PET reciclado. Este material debe cumplir con algunas especificaciones que dependerá del uso o producto que se pretende fabricar, pero en general, se debe contar con un producto de excelente calidad.

Entre los productos que se elaboran a partir de PET reciclado, se pueden mencionar:

#### 1. Fibra poliéster

- Para relleno térmico
- Para alfombras
- Para ropa
- Material de relleno

#### 2. Combustible alternativo

3. Madera plástica
4. Envases de productos no alimenticios
5. Lámina plana
6. Lámina para termoformado
7. Fleje
8. Monofilamentos y Cabos.

El presente informe fue desarrollado en base a la práctica profesional realizada en San Miguel Industrial S. A. A partir de ésta experiencia surgió el interés en el tema, por ser tecnología de punta y además por el deseo de colaborar en el aspecto de dar a conocer las bondades del PET y las precauciones que debemos considerar en el uso del envase y en el reciclado, para proteger la salud y el medio ambiente.

# **CAPITULO 1**

## **OBJETIVO Y LOGROS**

### **1.1. OBJETIVO**

El objetivo del presente informe es el de identificar los defectos que se presentan en la producción de botellas PET no retornables, señalando en cada caso, las causas y las medidas o soluciones que eviten o minimicen la producción defectuosa, para lo cual se describen los procedimientos más comunes como: inspección visual, prueba de acetaldehído, prueba de presión interna y prueba de soda, los que permitirán implementar el Control de Calidad Total para la producción de botellas PET no retornables de óptima calidad.

Para este estudio tomamos como referencia a San Miguel Industrial S. A., empresa líder a nivel nacional en la producción de botellas PET y a nivel latinoamericano en la producción de preformas; pero en el mercado nacional existen otras empresas que también se dedican al soplado de PET, entre los cuales tenemos a la Compañía Coca Cola, a la Corporación Backus , al Grupo Concordia, a Industrias Añaños S. A. (Kola Real), a Corporación Inca Kola Perú S. A., Alusud Perú S.A. (ALCOA), ALICORP S.A., Schmalbach Lubeca Plastic Containers del Perú S. A.

## 1.2 LOGROS

San Miguel Industrial S.A. en sus inicios (1997) contaba con dos inyectoras y dos sopladoras, uno de dos moldes y otro de cuatro moldes, alrededor de 1999 inicia su expansión y crecimiento, desplazando del mercado a ALCOA que en ese entonces era líder y prestaba servicios a la Compañía Coca Cola; en base a la implementación de normas y principios de Calidad Total logró ese objetivo y actualmente la empresa presta servicios de soplado a diferentes clientes como a la Compañía Coca Cola (bebidas gaseosas: Coca Cola, Fanta, Sprite, Kola Inglesa y agua de mesa: San Luis, San Antonio), a Corporación Backus (bebidas gaseosas: Guaraná Backus y agua mineral: San Mateo), Industrias Añaños S.A. (bebidas gaseosas: Kola Real y agua de mesa: Cielo), Grupo Concordia (bebida gaseosa: Concordia), ALICORP S. A. (botellas de aceite: Primor, Crisol, Cocinero).

El crecimiento de San Miguel Industrial S. A. ha sido meritorio en los últimos años a pesar de la crisis y recesión económica que agobia al país, ha incrementado el número de maquinarias en su planta y además ha colocado maquinarias en ALICORP S. A., en Corporación Backus, en la Compañía Coca Cola (Chiclayo), cuyo funcionamiento está a cargo de su personal.

## CAPITULO 2

### FUNDAMENTOS TEORICOS

#### 2.1 POLI(ETILEN TEREFALATO) O PET

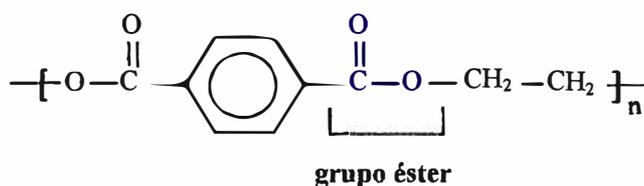
El Poli(Etilen Tereftalato), conocido como PET es un material plástico de la familia de los poliésteres, fue patentado como un polímero para fibra por J.R. Whinfield y J.T. Dickson en 1941. La producción comercial de fibra poliéster comenzó en 1955; desde entonces, el PET ha presentado un continuo desarrollo tecnológico hasta lograr un alto nivel de sofisticación basado en el espectacular crecimiento en la demanda del producto a escala mundial y a la diversificación de sus posibilidades de uso.

A partir de 1976 es que se usa para la fabricación de envases ligeros, transparentes y resistentes principalmente para bebidas, sin embargo el PET ha tenido un desarrollo extraordinario para empaques.

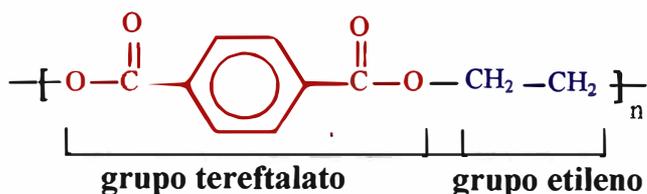
**La fórmula de PET** se escribe como:



ó



Esta estructura es la de un poliéster porque tienen cadenas hidrocarbonadas que contienen uniones éster, de ahí su nombre. También se le denomina Poli(Etilén Tereftalato) porque se compone de grupos etileno y grupos tereftalato.



Los grupos éster en la cadena de poliéster son polares, donde el átomo de oxígeno del grupo carbonilo tiene una carga negativa y el átomo de carbono del carbonilo tiene una carga positiva. Las cargas positivas y negativas de los diversos grupos éster se atraen mutuamente. Esto permite que los grupos éster de cadenas vecinas se alineen entre sí en una forma cristalina y debido a ello, den lugar a fibras resistentes.

El inventor que descubrió primero cómo hacer botellas de PET fue Nathaniel Wyeth.

### 2.1.1 Síntesis Del Poliéster

En las grandes industrias manufactureras de poliéster, es usual comenzar con un compuesto llamado dimetil tereftalato. Este se hace reaccionar con



Pero en el laboratorio, el PET se hace por medio de otras reacciones. El ácido tereftálico y el etilenglicol pueden polimerizarse para hacer el PET cuando se calientan con un catalizador ácido. El catalizador más usado es el Tetracloruro de Germanio (por fabricantes europeos, japoneses, norteamericanos, etc. ). La sobre demanda del mercado de PET proyecta sobre los productores la amenaza de los materiales sustitutos; de hecho algunos fabricantes norteamericanos de PET están utilizando ya Trióxido de Antimonio como catalizador, si bien los japoneses siguen prefiriendo el Tetracloruro de Germanio porque éste mejora la transparencia del plástico. La información sobre producción y consumo de germanio es muy escasa y poco detallada, tratándose generalmente de estimaciones efectuadas por especialistas más que de estadísticas oficiales. Los datos publicados se refieren exclusivamente a la producción de metal refinado(primario y secundario), que es lo que se recoge en el cuadro 2.1

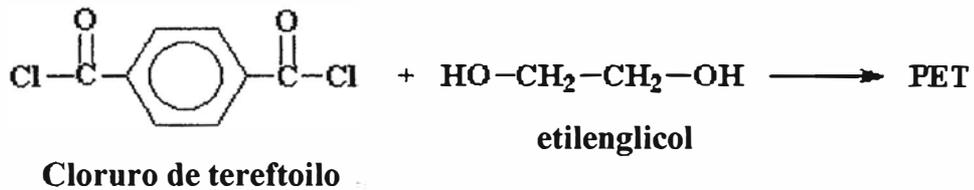
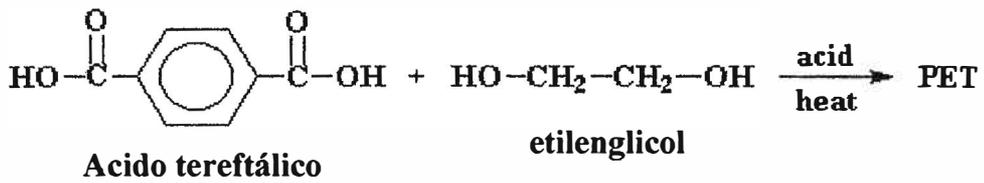
**Cuadro 2.1: Producción Mundial de Germanio Refinado (Ton)**

	1992	1993	1994	1995p	1996e
Unión Europea*	32	27	sd	sd	sd
Ex URSS	12	10	sd	sd	sd
Estados Unidos	13	10	10	10	18
China	8	1	1	10	11
Japón	3	3	2	2	2
Total (redondeado)	68	51	50	45	53

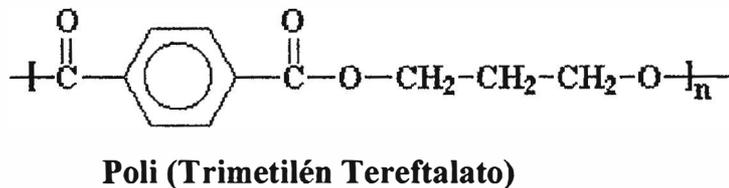
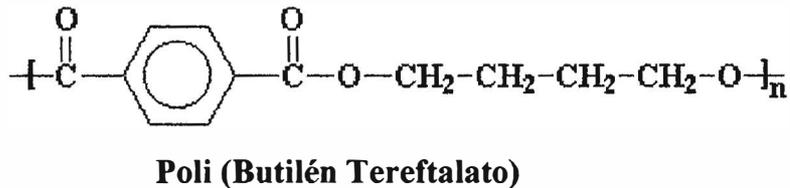
Fuentes: World Mineral Statistics 1992-1996, BGS; Min. Commodity y Summaries 1997, USGS

p=provisional; e= estimado; sd= sin datos; \* incluye la producción de Bélgica, Francia, Alemania, España e Italia

Además es posible hacer PET a partir de cloruro de tereftoilo y etilenglicol. Esta reacción es más fácil, pero el cloruro de tereftoilo es más costoso que el ácido tereftálico y es mucho más peligroso.



En el mercado hay otros dos poliésteres que se relacionan con el PET. Son el Poli (Butilén Tereftalato) (PBT) y el Poli(Trimetilén Tereftalato). Se utilizan generalmente para hacer el mismo tipo de cosas que con el PET, pero en algunos casos éstos tienen mejor rendimiento.



**Entre otros polímeros usados como plásticos se incluyen:**

Polipropileno

Poliétileno

Poliestireno

Policarbonato

PVC

Nylon

Poli(metil metacrilato)

**Entre otros polímeros usados como fibras se incluyen:**

Polipropileno

Poliétileno

Nylon

Kevlar y Nomex

Poliacrilonitrilo

Celulosa

Poliuretanos

### **2.1.2 Propiedades**

Sus propiedades más características son:

- Alta rigidez y dureza
- Altísima resistencia a los esfuerzos permanentes
- Superficie barnizable
- Gran indeformabilidad al calor
- Muy buenas características eléctricas y dieléctricas
- Alta resistencia a los agentes químicos y estabilidad a la intemperie
- Propiedades ignífugas en los tipos aditivados
- Alta resistencia al plegado y baja absorción de humedad que lo hacen muy adecuado para la fabricación de fibras.

### **2.1.3 Aplicaciones**

Es el PET un plástico técnico de gran calidad para numerosas aplicaciones. En este informe trataremos de su aplicación como película de envases, pero otras importantes aplicaciones son:

- **Fabricación de Piezas Técnicas**

El PET reforzado con fibra de vidrio o sin reforzar, tiene gran importancia en la fabricación de piezas resistentes al desgaste, (cojinetes, piezas de cerraduras, ruedas dentadas, etc.), en aparellaje eléctrico, por sus propiedades ignífugas, dieléctricas, térmicas y de estabilidad dimensional.

- **Fibras de Poliéster**

El PET es prácticamente el poliéster(TERMOPLÁSTICO) comercialmente más importante en la obtención de fibras. Sabemos que las prendas hechas de fibra de poliéster, son muy resistentes a las arrugas y pueden lavarse repetidas veces sin necesidad de un planchado posterior. Normalmente estas fibras de poliéster para prendas de vestir, se utilizan mezcladas con algodón o lana.

- **Fabricación de Envases**

La mayoría de los envases que manejamos en nuestra vida cotidiana están elaborados con PET(exceptuando los fabricados con PVC) (ver Figura 2.1).

## Envases PET



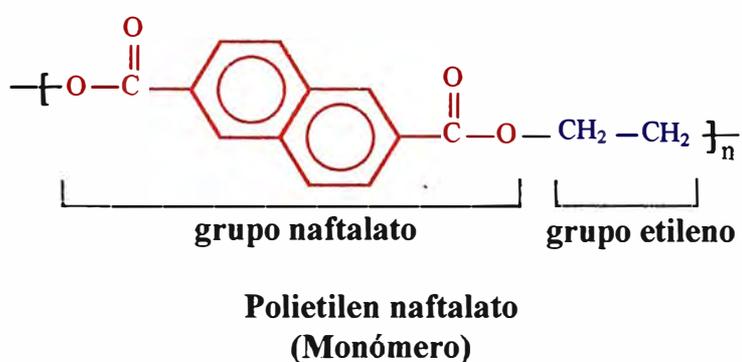
Figura 2.1

### 2.1.4 Usos

Actualmente, el principal uso para la resina PET es la fabricación de envases para:

- Refrescos
- Agua purificada
- Aceite comestible
- Alimentos
- Medicinas
- Productos de limpieza
- Productos de aseo personal
- Cosméticos, entre otros.

La gran inquietud en el uso de PET se debe a que el PET tiene una temperatura de transición vítrea baja (temperatura a la cual un polímero amorfo se ablanda). Esto supone que los productos fabricados con dicho material no puedan calentarse por encima de dicha temperatura (por ejemplo las botellas fabricadas con PET no pueden calentarse para su esterilización y posterior reutilización). Hay una nueva clase de poliéster que resuelve este inconveniente, es el naftalato de polietileno o polietilén naftalato (PEN), el cual posee una temperatura de transición vítrea más alta que el PET. Dicha temperatura es lo suficientemente alta como para soportar el lavado esterilizante de las botellas. No es necesario que los productos estén fabricados exclusivamente con PEN. Al mezclar una pequeña cantidad de PEN con PET se consigue un material mucho más resistente al calor que si estuviera fabricado sólo con PET.



### 2.1.5 Consumo de Productos Envasados en PET

El PET es uno de los materiales más utilizados para el empaque y embalaje de diversos productos. Por las características de este plástico, los envases son ligeros, transparentes, brillantes y con alta resistencia a impactos, tienen cierre hermético, no alteran las propiedades del

contenido y no son tóxicos. Es por ello que el PET ha desplazado a otros materiales y tiene una demanda creciente en todo el mundo.

Por ejemplo, en México, actualmente existen 5 plantas productivas que elaboran polímero en gránulo (chip) de PET. Durante el año 2000 se produjeron en las plantas mexicanas 502.100 toneladas de PET, de las cuales se exportaron 75.000 toneladas, además se importaron 40.000 toneladas de este material, siendo el consumo de PET en ese año de 467.100 toneladas. El crecimiento anual de la demanda de este material es de 13,1 % según la Asociación para Promover el Reciclaje del PET,A.C. (APREPET).

La composición del mercado de resina de PET en el año 2000 a escala nacional fue constituida de la siguiente manera ( Cuadro 2.2):

**Cuadro 2.2 Segmentos De Mercado De Resina PET. 2000.**

Segmento	Porcentaje de mercado (2000)
Refrescos	52,8%
Agua purificada	14,9%
Aceite	14,5%
Alimentos	7,0%
Cuidado personal	2,2%
Agroquímicos	1,4%
Licores	0,3%
Otros envases	1,5%
Otras aplicaciones	2,4%
Preforma exportada	5,0%
TOTAL	100%

FUENTE: APREPET, AC. 2001

### **2.1.6 Identificación del PET**

El PET se identifica según el sistema SPI (Sociedad de Industrias Plásticas de los Estados Unidos), el cual ha difundido un código de identificación de uso corriente a nivel internacional:



### **2.1.7 Reciclado de Envases PET**

Consciente de la importancia de conservar el equilibrio ecológico de nuestros subsuelos y medio ambiente, y con la finalidad de obtener el máximo aprovechamiento del PET cerrando el ciclo productivo, es necesario el reciclo PET, de este modo se evita que millones de envases de PET se envíen al subsuelo como relleno sanitario.

El proceso consiste básicamente en coleccionar envases post consumo y post industrial, compactarlos, molerlos y lavar la hojuela, para posteriormente peletizar el material y destinarlo al área textil para la fabricación de fibra corta.

Finalmente, la fibra corta se mezcla con algodón para elaborar ropa deportiva y otras prendas.

Este esquema de funcionamiento, permite interactuar con la sociedad, contribuyendo a generar fuentes de empleo y mantener zonas urbanas limpias

El reciclaje es necesario porque de 100 a 1000 años es el tiempo que tarda la naturaleza en transformar las botellas de plástico, ya que son las más rebeldes a la hora de transformarse. Al aire libre pierden su tonicidad, se fragmentan y se dispersan. Enterradas, duran más. La mayoría está hecha de Poli(Etilen Tereftalato) o PET, un material duro de roer: los microorganismos no tienen mecanismos para atacarlos.

Cada ciudadano genera aproximadamente 1 Kg de basura al día (365 Kg por persona al año). Generalmente un tercio de la bolsa de basura doméstica lo constituyen envases y embalajes, en su mayoría de un solo uso, normalmente fabricados a partir de materias primas no renovables, o que aún siendo renovables se explotan a un ritmo superior al de su regeneración (por ejemplo, la madera para la fabricación del papel o cartón), y difícilmente reciclables una vez que se han utilizado.

En el momento de decidir que hacer con los RSU(Residuos Sólidos Urbanos), surgen los siguientes cuestionamientos:

- Si se queman, contaminan el aire
- Si se entierran, contaminan el suelo
- Y si se desechan en ríos, mares y lagos, contaminan el agua.

La mejor alternativa hoy por hoy es reducir la cantidad de basura que se genera y así ayudar a conservar el medio ambiente.

Para ello, debemos modificar los hábitos de consumo a partir de las conocidas **3R: Reducir, Reutilizar y Reciclar**.

- **Reducir:** Evitar todo aquello que de una u otra forma genera un desperdicio innecesario.
- **Reutilizar:** Volver a usar un producto o material varias veces sin tratamiento. Darle la máxima utilidad a los objetos sin la necesidad de destruirlos o deshacerse de ellos.
- **Reciclar:** Utilizar los mismos materiales una y otra vez, reintegrarlos a otro proceso natural o industrial para hacer el mismo o nuevos productos, utilizando menos recursos naturales.

En el fondo de algunos objetos de plástico se ve un triángulo como el de la figura:



Tanto el número como las siglas hacen referencia a la composición química del plástico. Esta información permite clasificar los plásticos según su composición como paso previo a su reciclado. En general, cuanto más bajo es el número más fácil resulta el reciclado. (ver Apéndice A.1)

En el cuadro 2.3 se pueden ver las distintas categorías en que se clasifican los plásticos para su reciclado.

**Cuadro 2.3: Clasificación de plásticos para su reciclado**

1	PET	Poli(Etilen Tereftalato)
2	PEAD	Polietileno de Alta Densidad
3	PVC	Poli(Cloruro de Vinilo)
4	PEBD	Polietileno de Baja Densidad
5	PP	Polipropileno
6	PS	Poliestireno
7		Otros

Petcore (PET Container Recycling Europe), la asociación europea para el reciclado de envases de PET, ha informado que el sector ha recogido en Europa un total de 270.000 toneladas de PET para reciclar en el año 2000. Para el año 2001 se esperaba que Europa supere la barrera de 300.000 toneladas, una prueba evidente de que el PET reciclado tiene numerosas oportunidades válidas y comercialmente viables en los mercados actuales.

Comercialmente, el reciclado de envases de PET resulta absolutamente recomendable. Tras el uso y la recuperación después del consumo, la mayoría de botellas de PET recicladas se lavan y trituran en escamas y el material obtenido se usa, ya sea directamente o bien mezclado con polímero virgen, que luego será transformado de manera parecida al polímero virgen. La calidad del PET reciclado es muy alta, por lo que puede emplearse en numerosas aplicaciones, como fibras para alfombras o para ropa o aplicaciones automovilísticas, e incluso para volver a fabricar botellas. De hecho, el PET conserva hasta tal punto sus cualidades que el reciclado del material no sólo es viable sino también muy recomendable.

## **2.2 PROCESO DE ELABORACIÓN DE ENVASES PARA LA INDUSTRIA EMBOTELLADORA**

La resina se presenta en forma de pequeños cilindros o chips, los cuales secos, se funden e inyectan a presión en máquinas de cavidades múltiples ( 16”, 32”, 64”, etc.); de las que se producen las preformas, que son recipientes aún no inflados y que sólo presentan la boca del envase en forma definitiva.

Después, las preformas son sometidas a un proceso de calentamiento preciso y gradual, posteriormente se colocan dentro de un molde y se les estira por medio de una varilla o pistón hasta alcanzar su tamaño definitivo, entonces se les infla con aire a presión hasta que toman la forma del molde y se forma el envase típico (Ver diagrama 2.1).

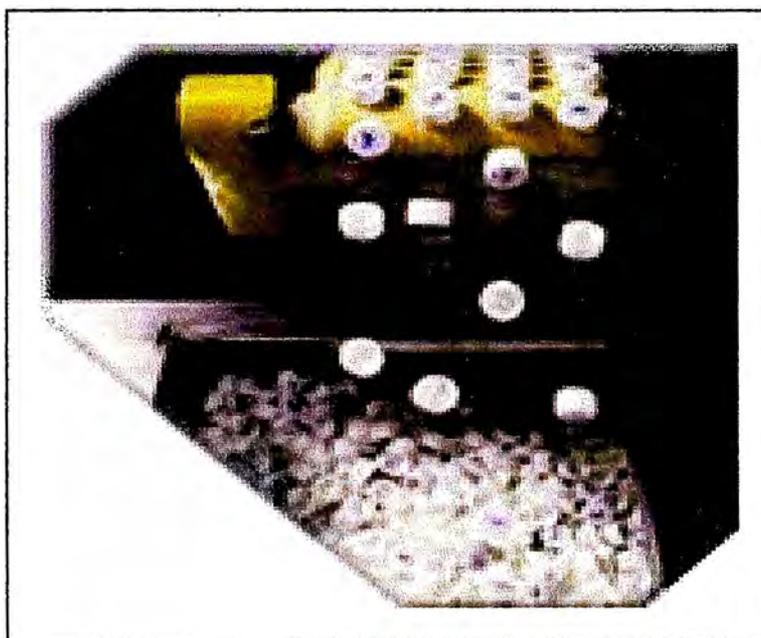
Gracias a este proceso, las moléculas se acomodan en forma de red; ésta disposición da al material propiedades de alta resistencia mecánica y baja permeabilidad a gases y vapores. Son estas características las que lo han convertido en un material ideal para el empaque y embalaje de algunos productos, ya que no requieren de cuidados especiales para su distribución.

Adicionalmente se complementa el producto final con adiciones de colores, etiquetado y paletizado según las necesidades de los clientes.

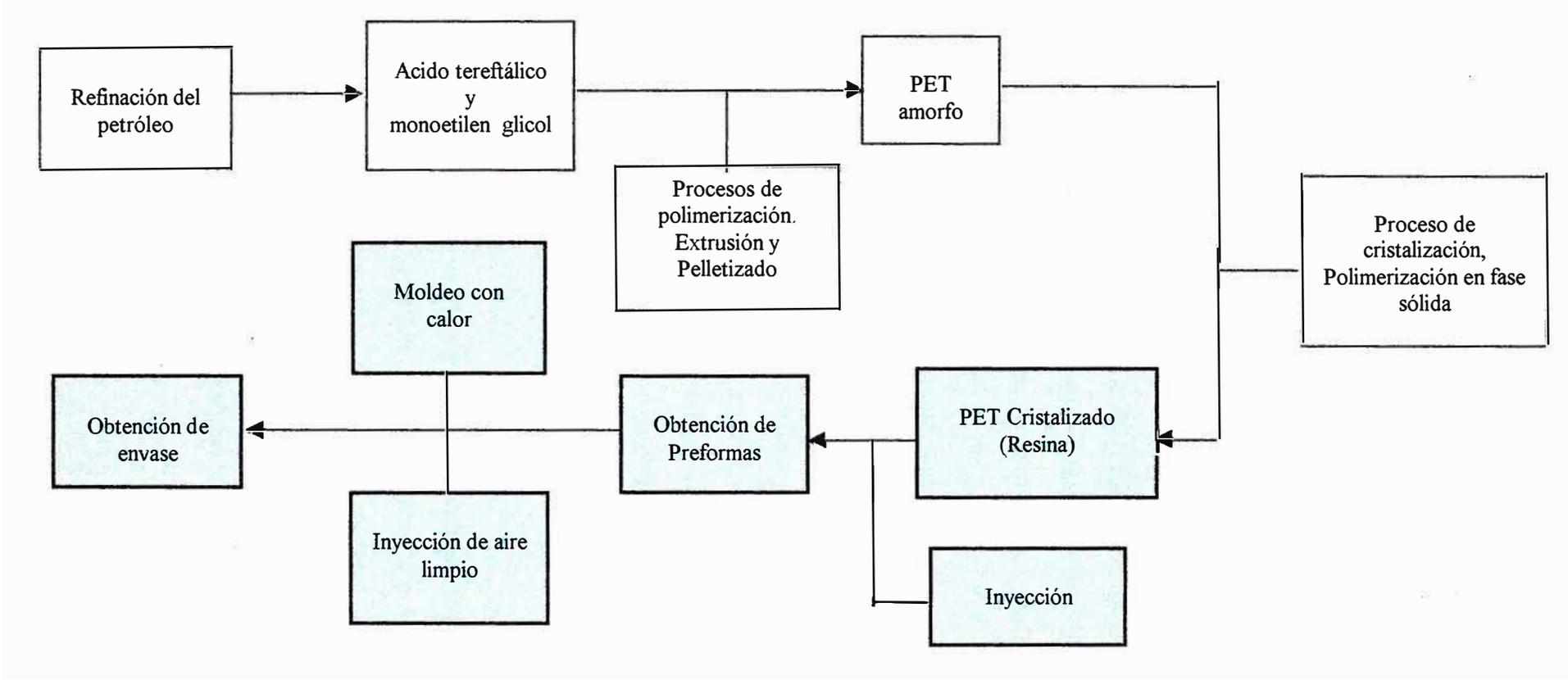
La parte más importante de un empaque es su hermeticidad. Con este fin, se usa taparrosas de plástico, Tapa Poly Guard, que es el resultado de una de las dos únicas tecnologías mundialmente aprobadas por los grandes sistemas embotelladores. Estas tapas son las preferidas del mercado porque proveen sellado hermético, tienen un alto nivel de seguridad mediante su banda de inviolabilidad y son de fácil aplicación.

Tiene dos opciones de banda de inviolabilidad: “desprendible” para presentaciones no retornables, permaneciendo la banda en la botella, y “no desprendible” para presentaciones retornables, en la cual la banda permanece en la tapa.

### **Taparrosclas de Plástico**



## 2.1 DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA PRODUCCIÓN DEL PET



### **2.2.1 Líneas de productos de PET**

Las líneas de productos de PET son tres:

- **PET de grado textil**

La primera aplicación industrial del PET fue la textil, durante la Segunda Guerra Mundial, para reemplazar las fibras naturales como el algodón o el lino. A diferencia de otras fibras sintéticas, al poliéster – nombre común con el que se denomina al PET de grado textil – se le reconocieron desde el primer momento unas excelentes cualidades para el proceso textil, entre las que cabe destacar su alta resistencia a la deformación y su estabilidad dimensional, además de otras propiedades como el fácil cuidado de la prenda tejida (lavado y secado rápidos sin apenas necesidad de planchado). Presenta también algunas limitaciones, tales como su difícil tintura, la formación de pilling (bolitas), la acumulación de electricidad estática y el tacto duro de los tejidos, problemas para los que ya se han desarrollado soluciones eficaces.

Ya sea como filamento continuo o como fibra cortada, el PET encabeza a los polímeros textiles. Se emplea para la producción de fibras de confección – es muy utilizado en mezclas de diversos porcentajes con el algodón – y para rellenos de edredones o almohadas, además de manufacturarse con él tejidos industriales de sustentación para cauchos, lonas, bandas transportadoras y otros numerosos artículos.

- **PET de grado botella**

La primera comercialización del PET de grado botella se llevó a cabo en los EE.UU., produciéndose en Europa a partir de 1974. Desde entonces ha experimentado un gran crecimiento y una continua demanda, debida principalmente a que el PET ofrece características favorables en cuanto a resistencia contra agentes químicos, gran transparencia, ligereza, menores costos de fabricación y comodidad en su manejo, lo cual conlleva un beneficio añadido para el consumidor final.

Aunque comúnmente se asocia con el embotellado de las bebidas gaseosa, el PET tiene infinidad de usos dentro del sector. Su más reciente y exitosa aplicación ha sido en el envasado de aguas minerales, habiendo copado prácticamente el mercado en detrimento del PVC.

También se ha comenzado a utilizar el PET para el envasado de productos farmacéuticos, de droguería o alimenticios, como salsa, mermeladas, miel. Su próximo reto es el envasado de leche y, sobre todo de cerveza, mercados donde ya se han emprendido pequeñas pero decididas aproximaciones.

- **PET de grado film.**

El PET se utiliza también en gran cantidad para la fabricación de film: en la práctica, todas las películas fotográficas, de rayos X y de audio están hechas de PET.

Como se puede apreciar, la gama de productos que incluyen al PET es muy grande, y como consecuencia de los grandes niveles de consumo, la generación de residuos sólidos es considerable.

### 2.3 EL SOPLADO CON BIORIENTACION

Es la tecnología utilizada para producir envases PET. Las preformas (piezas de PET inyectadas) se calientan a alrededor de 100 °C antes de ser estiradas y sopladas a alta presión en los moldes, para ser conformadas en botellas. Estas operaciones hacen que se orientan las cadenas moleculares en dos direcciones, formando así una malla regular. La biorientación confiere a la materia mejores cualidades mecánicas y una mayor impermeabilidad a los gases (Ver Figura 2.2).

#### Disposición de las cadenas Moleculares del PET

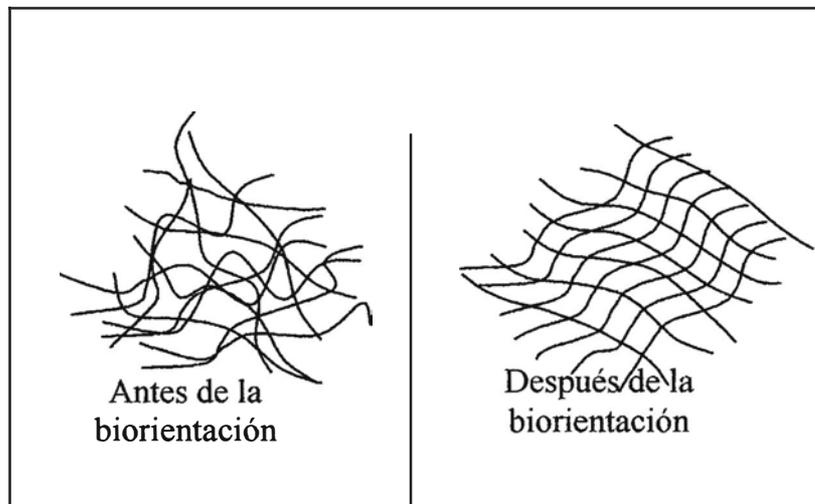


Figura 2.2

## 2.4 SOPLADORAS

Son las máquinas para la fabricación de envases PET por soplado a alta presión. La gama principal de máquinas SIDEL se llama SBO, iniciales de Soplado y de Bi-Orientación (Ver Figura 2.3 ).

### PLANTA DE BOTELLAS



Figura 2.3

## **CAPITULO 3**

### **CONTROL DE CALIDAD EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BOTELLAS PET-NO RETORNABLES**

#### **3.1 CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO**

##### **3.1.1 Diseño y Componentes**

La concepción de la botella en PET se basa. primero en la imagen que desea dar el fabricante al envase. La forma de la botella debe llamar la atención, permitir la identificación del producto y ser atractiva estéticamente. Sin embargo, lo estético de las botellas no debe comprometer de ninguna manera las propiedades mecánicas y la conservación del gas; en la práctica, hay que alcanzar un compromiso entre las necesidades impuestas por lo estético y por las performances del envase.

Si tomamos como ejemplo las botellas para las bebidas con gas sin alcohol, hemos elegido para las botellas de gran capacidad una forma que hace abstracción de la individualidad en favor de performances máximas.

La forma óptima de las botellas de bebidas con gas es una esfera, que es la forma geométrica de un envase bajo presión cuya superficie por unidad de volumen es mínima. Naturalmente, no se puede aceptar esta forma en la práctica y la SIDEL ha diseñado una botella en forma de torpedo, de un aspecto que es ahora familiar, es un cilindro que se termina a cada extremidad en una hemi-esfera y cuya altura del hombro debajo del anillo de soporte es la menor posible.

### **Botella PET**

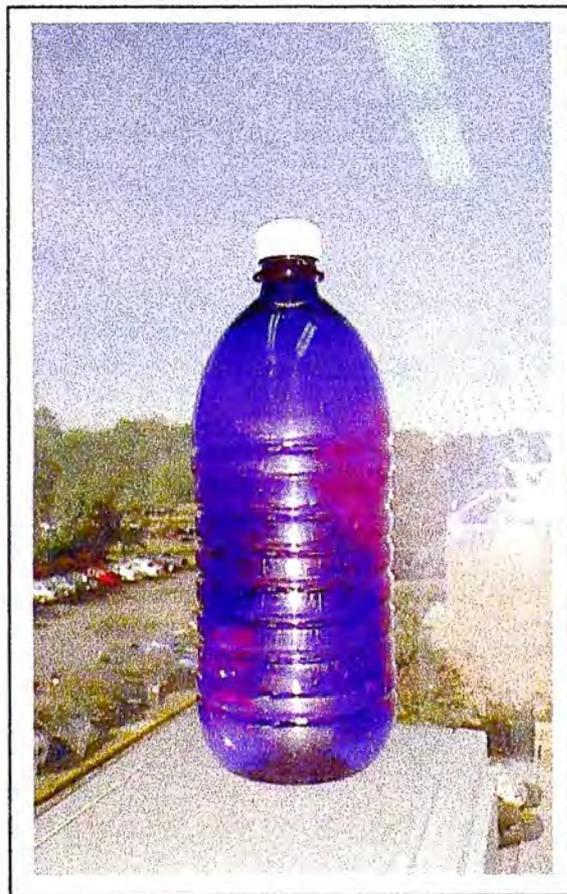


Figura. 3.1

En cuanto a las botellas para bebidas sin gas, es posible adaptar formas más individualizadas, porque las performances no necesitan propiedades

tan críticas. Para obtener propiedades mecánicas óptimas, es necesario diseñar envases sin ángulos vivos y sin cambios excesivos de forma. En las zonas de transición, se puede reducir como mínimo la concentración de los esfuerzos al prever curvas de gran radio al enlace.

Según la SIDEL, un elemento de protección del etiquetado no concebido correctamente puede reducir la carga vertical aceptable de la botella en un 30%.

Para una aplicación sin gas que permite la utilización de botellas más ligeras y de pared más delgada, se hace a veces ondulaciones transversales para mejorar la rigidez al echar el producto, para asegurar una buena toma en la mano y un mejor aspecto estético.

Sin embargo, esas características resultan en una disminución excesiva de la resistencia de la botella a cargas verticales.

Actualmente se dispone de diseños de botellas que eviten un número excesivo de paneles y comprenden fondos de varias formas que mantienen la botella en pie. Los fondos planos no son aconsejados porque conducen a una orientación inferior y una resistencia al choque reducida. Al estudiar el fondo de la botella, siempre obsérvese la regla general que consiste en evitar los ángulos vivos que resultan en botellas de poca solidez; según este principio, los diseños de bases en forma de botella de champagne o petaloide dan performances satisfactorias.

### **3.1.2 Materia Prima y Materiales**

La materia prima para la producción de botellas no retornable es la resina PET, que es un poliéster termoplástico que se caracteriza por sus propiedades de alta resistencia mecánica, transparencia y excelente barrera. Presenta una excelente transparencia superior a la de su

competencia y cuenta con características muy específicas de acuerdo a su aplicación, siendo la resina empleada el de grado botella.

El material polimérico (PET) se recibe en forma de Pellets y después de comprobar que su calidad cumple con las especificaciones requeridas se somete a un proceso de inyección que da como resultado final la preforma. Esta preforma se somete a un periodo de maduración, transcurrido el cual es soplada dando lugar a la botella.

En el Presente informe desarrollaremos la obtención de la botella apartir del soplado de la preforma, por consiguiente la materia prima para este proceso es la preforma.

### **Preformas PET**



Figura. 3:2

Las performances de una botella en PET. dependen de la tasa de orientación biaxial y de la distribución regular del material en las

paredes, todas estas características son obtenidas durante el procedimiento de soplado.

La tasa de estirado depende de las dimensiones iniciales de la preforma. Así, es necesario determinar los parámetros de la preforma para que se obtenga el máximo estirado y por consiguiente la orientación óptima.

Es también necesario diseñar la preforma para que sus capacidades de estirado y su comportamiento al enfriamiento y al recalentamiento estén adaptados al sistema de la máquina y al tipo de polímero empleado.

- **Espesor de la pared de la preforma:**

Con los polímeros de uso corriente, el espesor máximo de la pared de la preforma no debe sobrepasar 4,5 mm, porque encima de este límite la pieza moldeada presentará un efecto brumoso inaceptable.

La baja conductividad térmica del PET impide un enfriamiento eficaz de la materia al medio espesor de la pared de la preforma, a pesar de la temperatura ó del caudal del fluido de refrigeración del molde que tienen casi ninguna influencia. Al fallar al enfriar el material inyectado, ocurre una cristalización que aumenta la opacidad.

- **Relación del estirado en longitud:**

La longitud de la preforma está relacionada directamente a la longitud de la botella terminada, según una relación que permite la formación de una membrana estirada uniforme durante la primera fase del procedimiento de estirado-soplado. Cuando está sometido a una temperatura por encima de la transición vítrea, el polímero

tiende a estirarse desde un sólo punto de menor resistencia. Al estirarse, la orientación molecular confiere muy rápidamente una resistencia superior a esta zona, primero baja, hasta que las zonas contiguas sean comparativamente de menor resistencia y empiecen a estirarse.

Eso implica que el estirado empieza generalmente a la media longitud de la preforma y que la zona estirada se extiende progresivamente hacia las dos extremidades hasta que el mandril de estirado alcance el fondo del molde de soplado y se detiene. Este comportamiento implica una tendencia a terminar la operación de estirado con un material sin orientación intrínseca natural, y para garantizar un estirado perfectamente uniforme las dimensiones de la preforma dependen de la naturaleza del polímero utilizado.

El Melimar PET ha sido formulado para ofrecer propiedades óptimas con relaciones de estirado de 2,4 a 2,6.

- **Relación de estirado en superficie:**

Las propiedades físicas de un envase en PET dependen del espesor de la pared y del nivel de uniformidad de la orientación. En la pared de una botella, el valor óptimo de la relación de estirado en superficie depende igualmente de la relación de estirado natural del polímero. Al dividir la relación de estirado en superficie por la relación en longitud, se calcula la relación de estirado circular. Esta relación está generalmente alrededor de 4 a 4,5 y sirve para determinar el diámetro de la preforma a media pared.

- **Forma de la extremidad de la preforma:**

La extremidad cerrada de la preforma contiene el punto de entrada del polímero fundido. En el molde de inyección, el material entra en la cavidad y choca el núcleo del molde antes de fluir en la cavidad. Así, la zona de la extremidad está metida a la más elevada temperatura y presión.

Así es necesario que la extremidad de la preforma tenga curvas de gran radio, porque los ángulos entrantes o salientes pueden hacer líneas opacas excesivas que son comúnmente imputadas a la cristalización del material que fluya.

- **Declive del molde para extracción de la preforma:**

Para facilitar su extracción del molde y del núcleo, la preforma debe comportar un declive. Aunque los ángulos de declive pueden ser definidos en parte por el fabricante del molde, hay que adaptar el declive mínimo aceptable, porque un declive excesivo puede provocar un efecto indeseable en la preforma por variación del calentamiento y enfriamiento del material.

- **Cuerpo de la preforma – transición con la zona de taponado:**

Generalmente, el sistema de taponado de la botella es perfectamente especificado, lo que puede crear un problema si el diámetro interior del cuello no corresponde al diámetro interior de la preforma teórica óptima. Se puede resolver este problema, modificando las relaciones de estirado de manera que el diámetro interior de la preforma sea adaptado al manguito del cuello, o sea creando una zona de transición (interfase) entre el cuerpo de la

preforma y el cuello, previendo un elemento troncónico a la parte superior del cuerpo de la preforma. La elección final depende de la forma propia de la botella y de las propiedades físicas requeridas.

No se puede siempre predecir el comportamiento real al moldeado y al soplado con certitud y es generalmente necesario proceder al moldeado de un prototipo para optimizar la forma final elegida.

- **Relación preformas/cadencias:**

Para una botella de capacidad determinada, el espesor de la preforma será función de la relación de estirado deseada.

Por ejemplo, para una botella de 1,5 l con un fondo hemisférico, un peso de 50 gr y una relación de estirado de 8,5 se necesita una preforma de espesor 4 mm; una relación de 9 implica una preforma de espesor 4,3 mm, una relación de 10 una preforma de 4,9 mm.

Como es sabido que el tiempo de enfriamiento de una preforma es proporcional a la relación del cuadrado de los espesores, si se obtiene 20 seg para un espesor de 3,6 tendremos:

$$\text{Para un espesor de 4: } 4^2 * 20 / (3,6)^2 = 24,7 \text{ seg}$$

Lo que significa que es necesario establecer un conjunto de especificaciones muy preciso de la botella.

### Diferentes Tamaños de Preformas



Figura.3.3

### Preforma

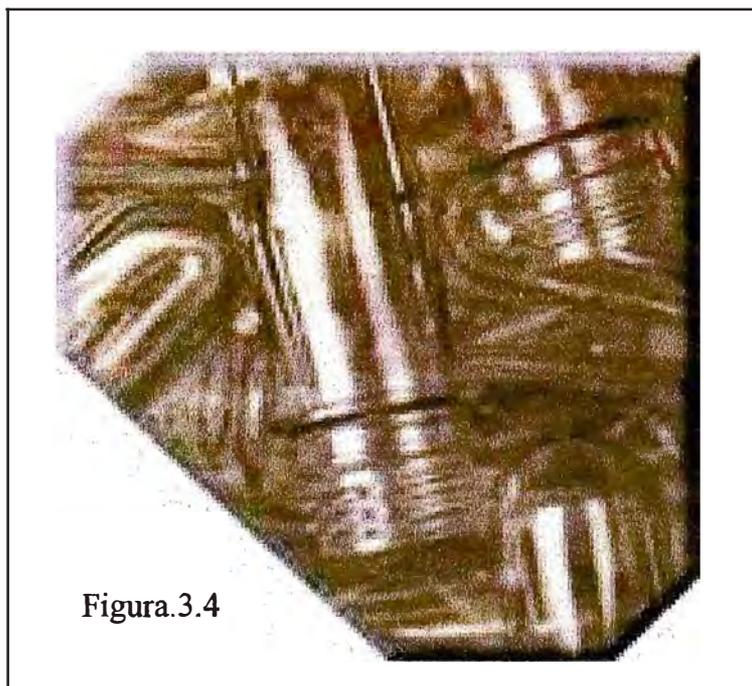


Figura.3.4

### **Botella PET**



Figura. 3.5

### **Preformas para botellas de aceite**

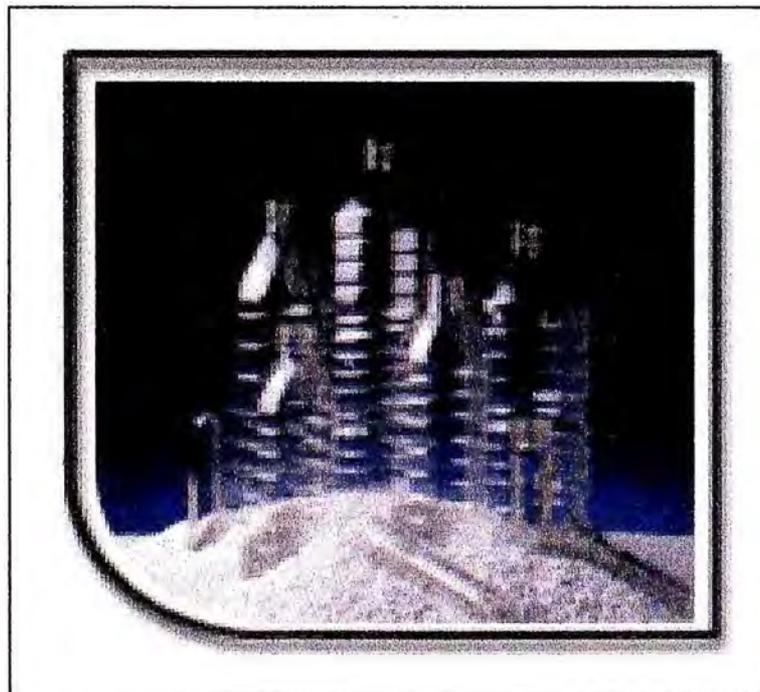


Figura. 3.6

## PLANTA DE PREFORMAS



Figura. 3.7

### **3.1.3 Especificaciones Técnicas**

Se precisan las particularidades siguientes en función del producto a envasar:

- Planos y dimensiones, color y transparencia, acabado del cuello, aspecto general, peso de las botellas.
- Niveles de llenado de botellas producidas, perpendicularidad, disminución del peso, contenido de acetaldehído, longevidad, comportamiento a la presión vertical, variación de nivel, estabilidad térmica, resistencia a los choques, disminución del gas, distribución de material, eventualmente el peso de las bases, el comportamiento de las bases y su resistencia a los choques.

La empresa produce botellas PET bajo las especificaciones indicadas por cada cliente, que solicita la producción de botellas para sus diferentes capacidades.

#### **3.1.3.1 Para botellas de Marcas Registradas:**

Las especificaciones que se mencionarán están dadas por la Compañía Coca – Cola, ya que San Miguel Industrial S.A. produce las botellas requeridas por dicha embotelladora (ver Tabla 3.1 y Tabla 3.2).

**Tabla 3.1: Especificaciones de Coca-Cola contour de 500 ml**

CARACTERISTICA	ESPECIFICACION	
	MINIMA	MAXIMA
<b>1. CONTROL VISUAL</b>	OK	
<b>2. CONTROL DIMENSIONAL</b>		
ALTURA BOTELLA (mm)	235,36	235,64
DIAMETROS (mm)		
Diámetro Mayor	64,99	66,01
Diámetro Cuerpo		
Diámetro Talón	64,99	66,01
ESPESORES (mm)		
Espesor de curvatura de hombro	0,30	0,40
Espesor de hombro	0,30	0,40
Espesor de pared	0,30	0,40
Espesor de talón	0,30	0,40
Espesor de radio de pétalo	0,20	0,30
Espesor de base de pétalo	0,20	0,30
Espesor de centro de fondo	1,30	2,60
CAPACIDAD (ml)		
Capacidad a rebose	512,33	526,33
Capacidad a nivel de llenado	500,00	514,00
PESO (gr)	27,5	28,5
<b>3. ENSAYOS FISICOS</b>		
PRESIÓN INTERNA (psi)	> 150	

**Tabla 3.2: Especificaciones para Sprite de 500 ml**

CARACTERISTICA	ESPECIFICACION	
	MINIMA	MAXIMA
<b>1. CONTROL VISUAL</b>	OK	
<b>2. CONTROL DIMENSIONAL</b>		
ALTURA BOTELLA (mm)	234,40	235,60
DIAMETROS (mm)		
Diámetro Mayor	65,00	66,00
Diámetro Cuerpo		
Diámetro Talón	65,00	66,00
ESPESORES (mm)		
Espesor de curvatura de hombro	0,35	0,35
Espesor de hombro	0,35	0,35
Espesor de pared	0,35	0,35
Espesor de talón	0,40	0,40
Espesor de radio de pétalo	0,20	0,20
Espesor de base de pétalo	0,20	0,20
Espesor de centro de fondo	1,30	1,30
CAPACIDAD (ml)		
Capacidad a rebose	512,33	526,33
Capacidad a nivel de llenado	496,25	503,75
PESO (gr)	27,70	28,30
<b>3. ENSAYOS FISICOS</b>		
PRESIÓN INTERNA (psi)	> 150	

### 3.1.3.2 Para Botellas Genéricas

A continuación se presentan las especificaciones para diferentes volúmenes (ver Tabla 3.3, Tabla 3.4, Tabla 3.5, Tabla 3.6, Tabla 3.7).

**Tabla 3.3: Especificaciones para botellas de 355 ml:**

CARACTERISTICA	ESPECIFICACION	
	MINIMA	MAXIMA
<b>1. CONTROL VISUAL</b>	<b>OK</b>	
<b>2. CONTROL DIMENSIONAL</b>		
ALTURA BOTELLA (mm)	151,95	153,47
DIAMETROS (mm)		
Diámetro Mayor	70,90	72,10
Diámetro Cuerpo	68,90	70,10
Diámetro Talón	70,90	72,10
ESPESORES (mm)		
Espesor de curvatura de hombro	0,25	0,35
Espesor de hombro	0,25	0,35
Espesor de pared ó cuerpo	0,25	0,35
Espesor de talón	0,25	0,35
Espesor de radio de pétalo	0,20	0,30
Espesor de base de pétalo	0,20	0,30
Espesor de centro de fondo	1,30	2,50
CAPACIDAD (ml)		
Capacidad a rebose	384,00	394,00
Capacidad a nivel de llenado	355,00	365,00
PESO (gr)	18,80	19,50
<b>3. ENSAYOS FISICOS</b>		
PRESIÓN INTERNA (psi)	> 150	

**Tabla 3.4 Especificaciones para botellas de 500 ml:**

CARACTERISTICA	ESPECIFICACION	
	MINIMA	MAXIMA
<b>1. CONTROL VISUAL</b>	<b>OK</b>	
<b>2. CONTROL DIMENSIONAL</b>		
ALTURA BOTELLA (mm)	191,17	192,69
DIAMETROS (mm)		
Diámetro Mayor	70,86	72,14
Diámetro Cuerpo	68,86	70,14
Diámetro Talón	70,86	72,14
ESPESORES (mm)		
Espesor de curvatura de hombro	0,35	0,35
Espesor de hombro	0,35	0,35
Espesor de pared ó cuerpo	0,35	0,35
Espesor de talón	0,35	0,35
Espesor de radio de pétalo	0,20	0,20
Espesor de base de pétalo	0,20	0,20
Espesor de centro de fondo	1,30	1,30
CAPACIDAD (ml)		
Capacidad a rebose		
Capacidad a nivel de llenado	500,00	510,00
PESO (gr)	24,70	25,30
<b>3. ENSAYOS FISICOS</b>		
PRESIÓN INTERNA (psi)	> 150	

**Tabla 3.5 Especificaciones para botellas de 600 ml:**

CARACTERISTICA	ESPECIFICACIÓN	
	MINIMA	MAXIMA
<b>1. CONTROL VISUAL</b>	<b>OK</b>	
<b>2. CONTROL DIMENSIONAL</b>		
ALTURA BOTELLA (mm)	218,49	220,01
DIAMETROS (mm)		
Diámetro Mayor	70,86	72,14
Diámetro Cuerpo	68,86	70,14
Diámetro Talón	70,86	72,14
ESPESORES (mm)		
Espesor de curvatura de hombro	0,30	0,30
Espesor de hombro	0,30	0,30
Espesor de pared ó cuerpo	0,30	0,30
Espesor de talón	0,30	0,30
Espesor de radio de pétalo	0,20	0,20
Espesor de base de pétalo	0,20	0,20
Espesor de centro de fondo	1,30	1,30
CAPACIDAD (ml)		
Capacidad a rebose	622,00	632,00
Capacidad a nivel de llenado	600,00	610,00
PESO (gr)	24,70	25,30
<b>3. ENSAYOS FISICOS</b>		
PRESIÓN INTERNA (psi)	> 150	

**Tabla 3.6: Especificaciones para botellas de 1000 ml:**

CARACTERISTICA	ESPECIFICACION	
	MINIMA	MAXIMA
<b>1. CONTROL VISUAL</b>	<b>OK</b>	
<b>2. CONTROL DIMENSIONAL</b>		
ALTURA BOTELLA (mm)	276,80	279,80
DIAMETROS (mm)		
Diámetro Mayor	80,70	82,30
Diámetro Cuerpo	78,30	79,90
Diámetro Talón	80,70	82,30
ESPESORES (mm)		
Espesor de curvatura de hombro	0,248	0,348
Espesor de hombro	0,298	0,298
Espesor de pared ó cuerpo	0,240	0,340
Espesor de talón	0,266	0,366
Espesor de radio de pétalo	0,289	0,389
Espesor de base de pétalo	0,230	0,330
Espesor de centro de fondo	1,620	2,820
CAPACIDAD (ml)		
Capacidad a rebose	1029,30	1042,30
Capacidad a nivel de llenado	1002,10	1015,10
PESO (gr)	36,80	37,80
<b>3. ENSAYOS FISICOS</b>		
PRESIÓN INTERNA (psi)	> 150	

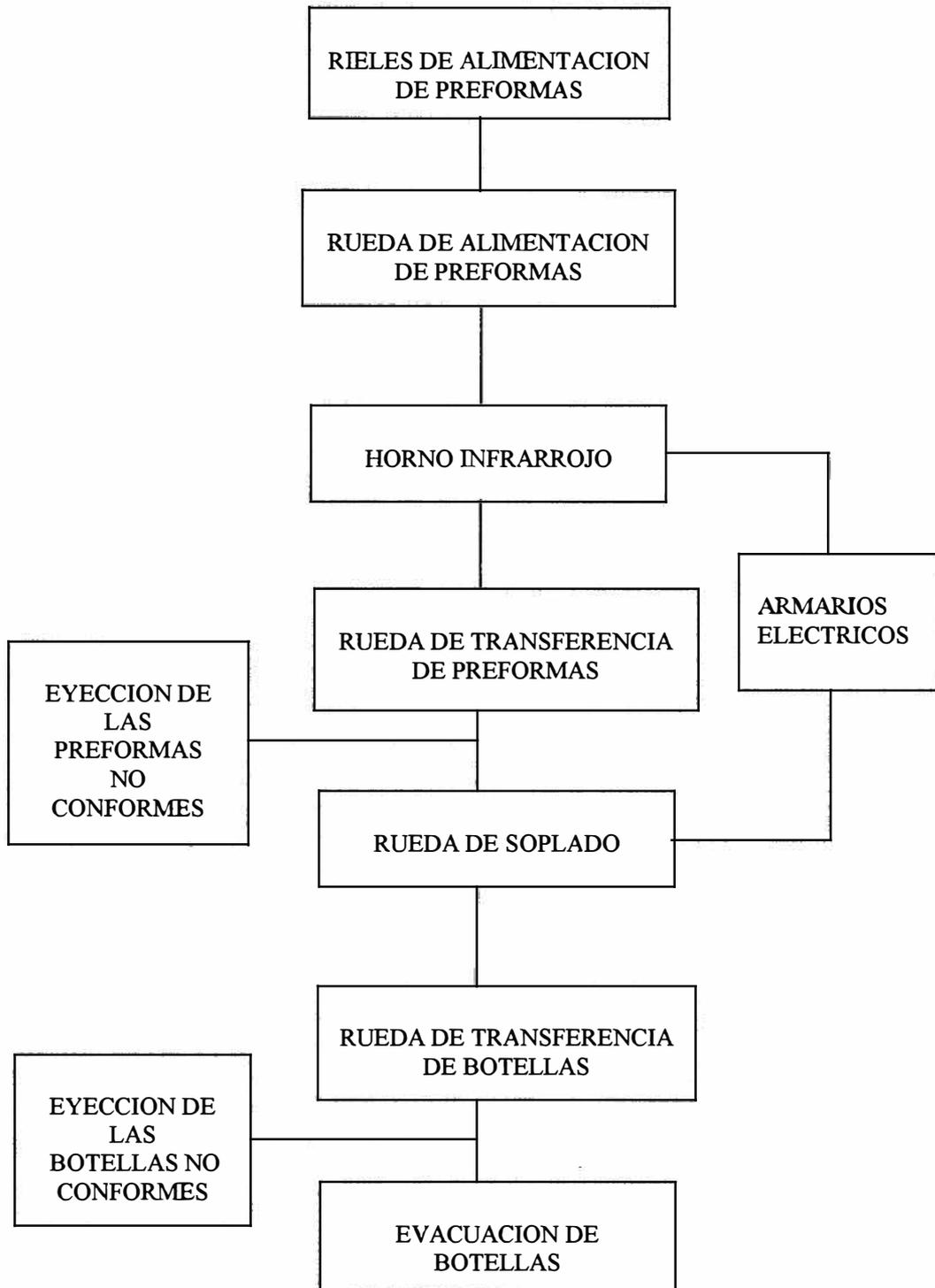
**Tabla 3.7: Especificaciones para botellas de 1500 ml:**

CARACTERISTICA	ESPECIFICACION	
	MINIMA	MAXIMA
<b>1. CONTROL VISUAL</b>	<b>OK</b>	
<b>2. CONTROL DIMENSIONAL</b>		
ALTURA BOTELLA(mm)	318,80	321,80
DIAMETROS (mm)		
Diámetro Mayor	87,20	88,80
Diámetro Cuerpo	86,20	87,80
Diámetro Talón	87,20	88,80
ESPESORES (mm)		
Espesor de curvatura de hombro	0,25	0,35
Espesor de hombro	0,25	0,25
Espesor de pared ó cuerpo	0,25	0,35
Espesor de talón	0,25	0,35
Espesor de radio de pétalo	0,15	0,25
Espesor de base de pétalo	0,15	0,25
Espesor de centro de fondo	1,40	2,60
CAPACIDAD (ml)		
Capacidad a rebose	1544,00	1557,00
Capacidad a nivel de llenado	1500,00	1513,00
PESO (gr)	46,50	47,50
<b>3. ENSAYOS FISICOS</b>		
PRESIÓN INTERNA (psi)	> 150	

De las diferentes marcas de botellas que se soplan en SAN MIGUEL INDUSTRIAL S.A., se pudo haber tomado la de Fanta, Sprite, San Luis, San Mateo, Cielo, Kola Real, botellas para aceite Primor, Crisol, botellas genéricas, etc, pero. se tomó como muestra a la botella de 500 ml de Coca-Cola contour ya que es la más conocida en el mercado, la más completa para el control de calidad, y de mayor exigencias en sus especificaciones.

## 3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

### 3.2.1 Etapas del Proceso Productivo



- **Alimentación de Preformas Frías:**

De la tolva de alimentación las preformas son llevadas por los rieles de entrada de la máquina, luego pasa a la rueda de alimentación de las preformas, el cual las transporta hasta la cadena de turnelas del horno de infrarrojos.

- **Horno Infrarrojo:**

Las preformas mantenidas por el cuello por las turnelas están animadas por un movimiento de rotación, desfilando delante de las lámparas infrarrojas. En caso de preformas defectuosas se activa automáticamente un sistema de eyección de las preformas. El horno está compuesto por una serie de lámparas que se usan de acuerdo al tamaño de la botella que se va a producir (ver Figura 3.10), a la salida del horno una cámara infrarroja lee la temperatura de las preformas. Estas informaciones permite regular automáticamente el conjunto de las zonas sometidas al control

- **Rueda de Transferencia de las Preformas Calientes:**

A la salida del horno una rueda de transferencia provista de 3 brazos asegura el paso de las preformas calientes a los moldes de soplado.

- **Eyección de las Preformas:**

Un sistema de eyección ha sido montado después de la rueda de transferencia de las preformas, es posible eyectar manualmente las preformas, antes de que estén introducidas en el molde en el caso de una temperatura no conforme.

- **Rueda de Soplado**

La preforma caliente es introducida en el molde, la boquilla de soplado permite guiar la varilla de estirado asegurando la orientación longitudinal, luego comienza el alargamiento de la preforma hasta el tope con el molde, inmediatamente se realiza el soplado con aire a presión alta. La presión o

caudal permite una repartición óptima del espesor del material para tener una botella de calidad, el tiempo de soplado altera el espesor de la botella.

- **Rueda de Transferencia de Botellas:**

Este sistema es idéntico a la rueda de transferencia de las preformas. La rueda de transferencia transporta las botellas de los moldes desde la rueda de soplado

- **Eyección de las Botellas:**

El sistema de eyección montado después de la rueda de transferencia de las botellas es idéntico al sistema de eyección de las preformas. Este sistema se acompaña de un conjunto de células fotoeléctricas que controlan en modo automático la anchura de los fondos y de los hombros. Si la botella no es conforme será eyectada en lugar de seguir hacia el dispositivo de salida de botellas.

- **Evacuación de Botellas:**

La salida de botella se comunica con la rueda de transferencia de botellas o con el sistema transportador.

- **Armarios Eléctricos:**

Los armarios eléctricos agrupan los órganos de potencia y de mando. Un autómata programable garantiza el funcionamiento de la máquina y suministra los elementos de ayuda a la gestión de producción.

- **Pupitre de Mando:**

El pupitre agrupa los órganos de mando y de control necesarios para la conducción de la máquina. Un visualizador alfanumérico permite la vigilancia de la máquina cuyo funcionamiento es íntegramente automático, facilita el diagnóstico al ocurrir una parada de seguridad

### 3.2.2. Tecnología Aplicada

El proceso utilizado para la fabricación de envases es la inyección de preformas y su posterior soplado existiendo un proceso de inyección-soplo de una etapa o procedimiento en caliente y un proceso de inyección-soplo de dos etapas o procedimiento en frío, en el primer caso se realiza con una sola máquina y en el segundo caso se usa una máquina inyectora y una sopladora.

Para la fabricación de las botellas en PET biorientado, destinado al acondicionamiento de bebidas sin gas y gaseosas, SAN MIGUEL INDUSTRIAL S.A. ha elegido la tecnología de SIDEL, que consiste en el procedimiento en frío.

Este procedimiento implica:

- El recalentamiento de las preformas.
- Un estirado axial mecánico, seguido de un estirado radial mediante soplado de aire comprimido (Ver Figura 3.8).

El desarrollo del procedimiento permite la optimización de la producción, y una gran flexibilidad de funcionamiento y utilización.

### Formación de la botella

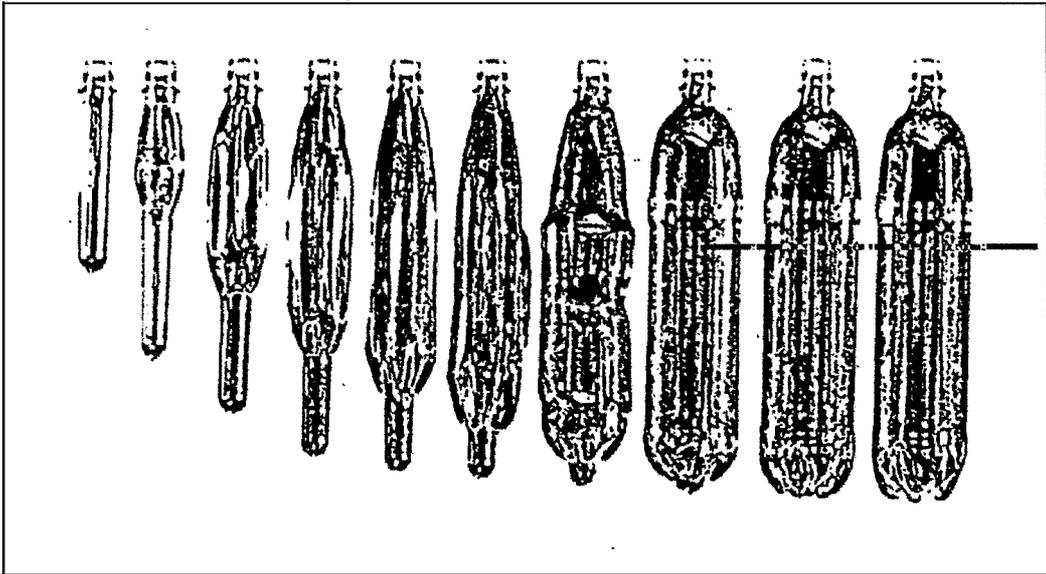


Figura. 3.8

La máquina SIDEL permite el soplado de una gran variedad de artículos con fondos esféricos, petaloides o hundidos, cuyo contenido puede variar entre 0,25 a 3 litros y con cadencias de hasta 10.000 botellas/hora.

Esta máquina se compone de un horno de recalentamiento, ruedas de transferencia de preformas y botellas, y una rueda de estirado-soplado (ver Figura 3.9 y Figura 3.10).

## Diagrama de una máquina sopladora

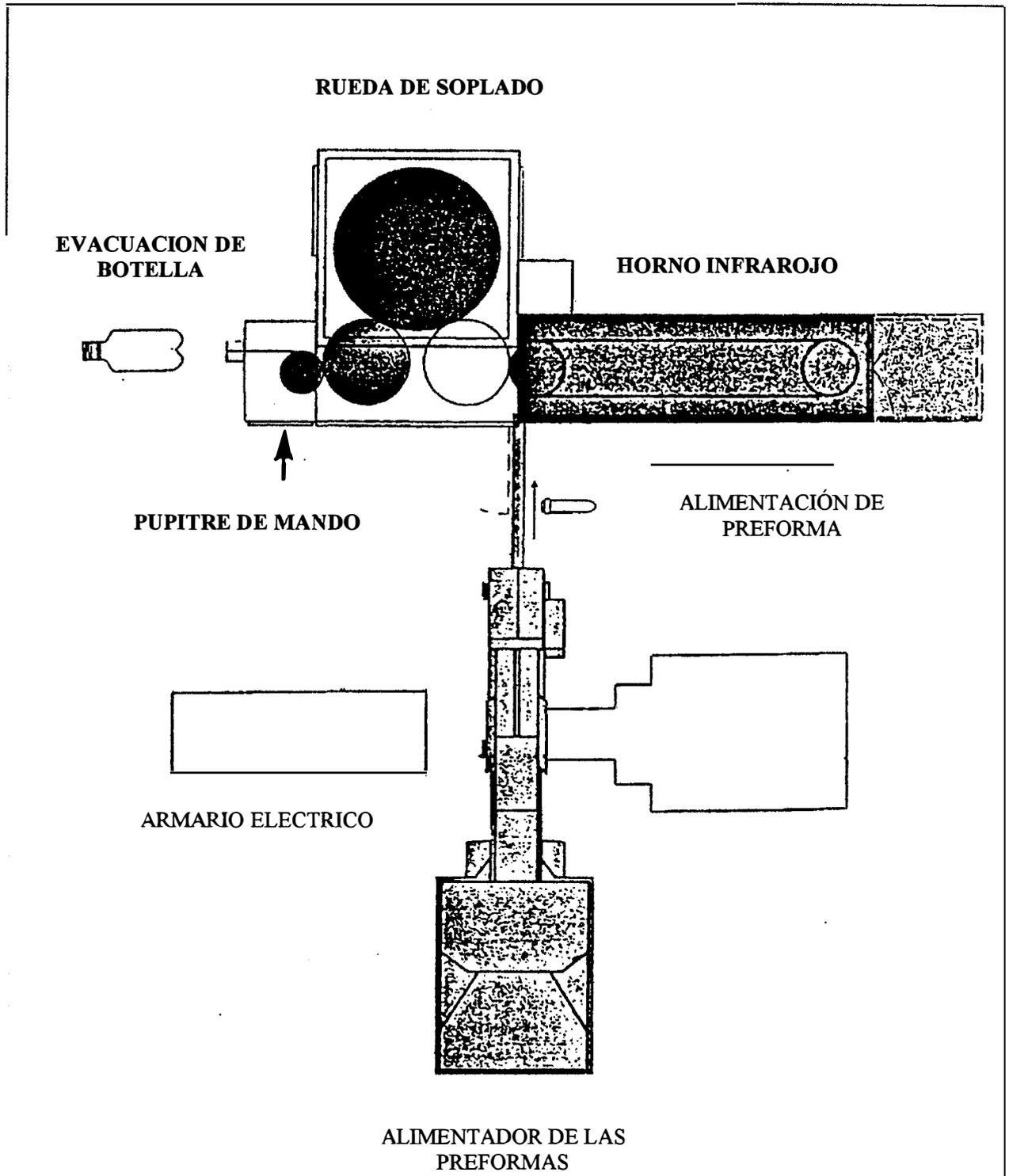


Figura. 3.9

## HORNO CON REGULACIÓN

Las lámparas están generalmente a 18mm de las preformas, en el caso contrario, el valor de la distancia está inscrito en la hoja de rodaje.

La posición de las rampas determinan el límite de la parte material a estirar; generalmente están a 2 mm de la preforma y en caso contrario el valor está indicado en la hoja de rodaje.

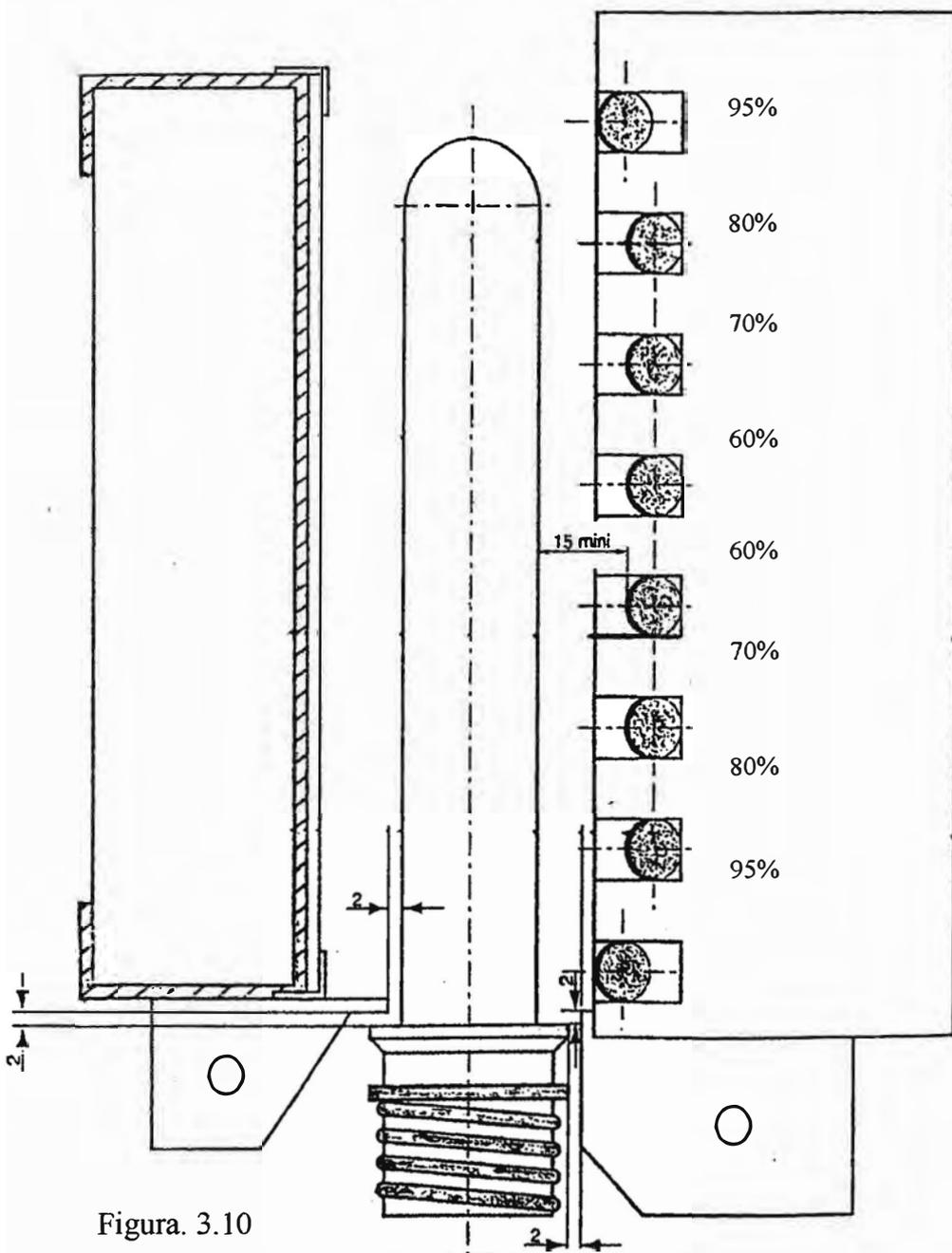


Figura. 3.10

### **3.2.3 Puntos Críticos de Control**

La presión o caudal permiten una repartición óptima del espesor del material para tener una botella de calidad; el tiempo de soplado, altera el espesor de la botella.

Como regla general, un presoplado demasiado precoz, una presión o un flujo de presoplado demasiado fuerte, da demasiada materia bajo el cuello y menos al fondo, se puede llegar a atravesar el fondo con la varilla de estirado. Por el contrario, un presoplado demasiado tardío, una presión o un flujo de presoplado insuficiente, da más materia al fondo y menos bajo el cuello (ejemplo: ver Figura 3.11 y Figura 3.12).

## AJUSTE DE PRESOPLADO

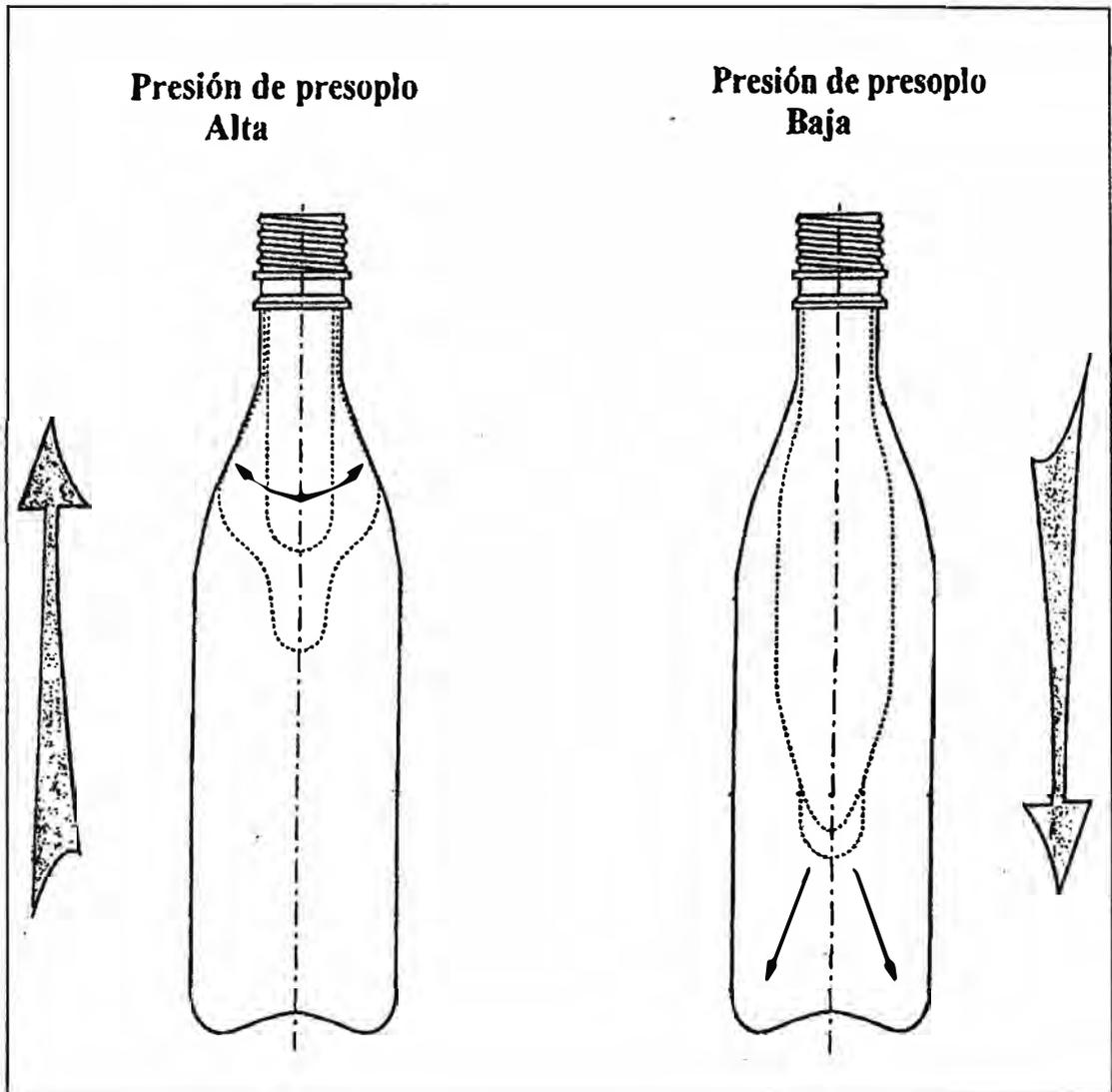


Figura 3.11

## AJUSTE DE PRESOPLADO

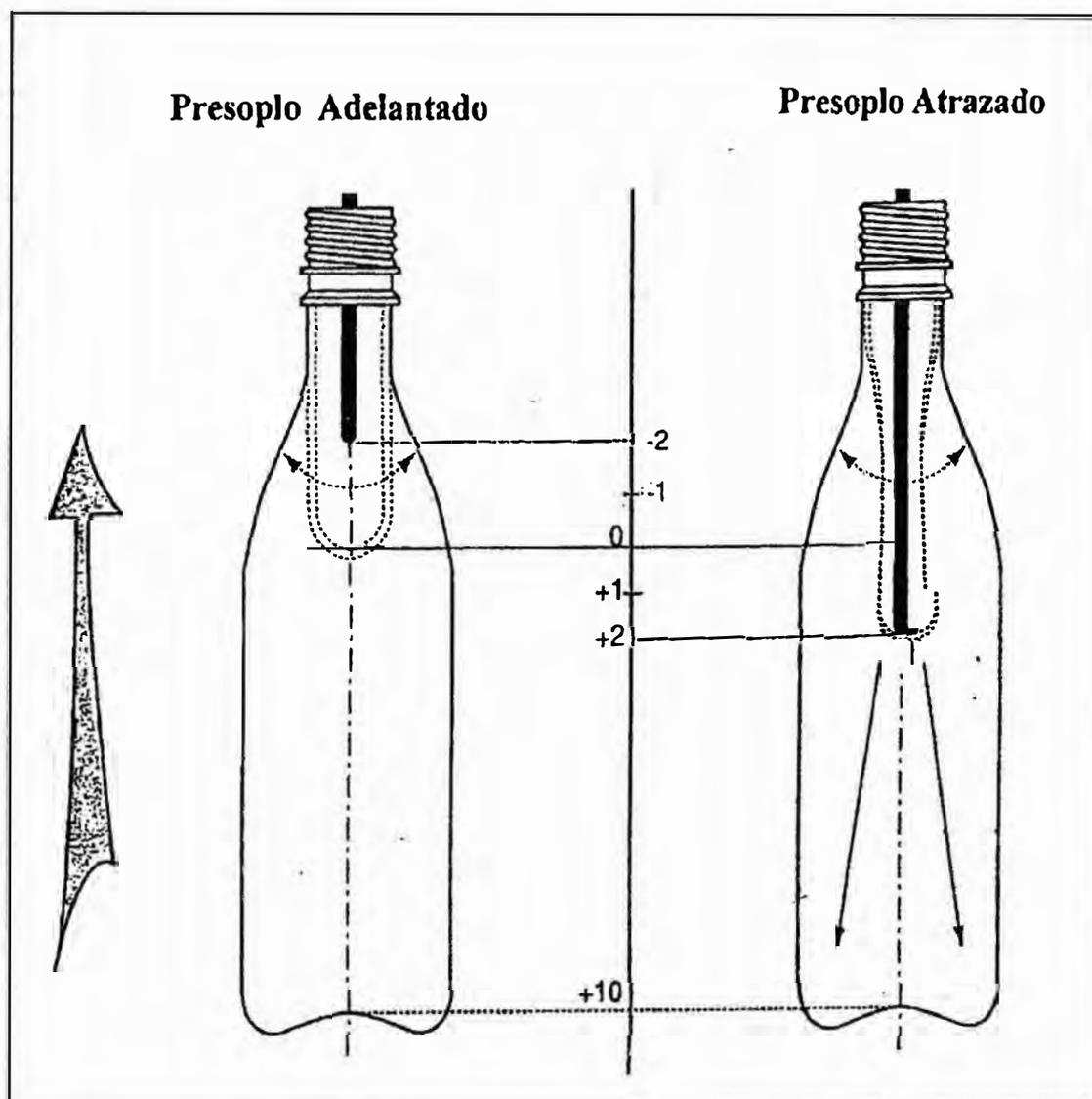


Figura 3.12

### **3.3 REQUISITOS DE CALIDAD**

#### **3.3.1 Normas de Calidad**

San Miguel Industrial S.A., actualmente trabaja con las normas de Control de Calidad Total, está en proceso de Certificación ISO 9001.

##### **3.3.1.1 . Principios de calidad**

###### **PRINCIPIO 1: CALIDAD**

- La calidad es la filosofía de la empresa
- Nuestro enfoque es a largo plazo y nos exige constancia en el mejoramiento e innovación de los productos y procesos.
- Tanto en nuestra vida como en la empresa, aplicamos la calidad.
- Las cinco S forman parte de nuestra filosofía de trabajo y de vida.

###### **PRINCIPIO 2: CLIENTE**

- Lograr la satisfacción del cliente.
- Pensar en las necesidades del cliente, antes que en las propias necesidades; ésta actitud requiere que todos pensemos desde la perspectiva del cliente.
- Los clientes son tanto externos como internos a la organización.

###### **PRINCIPIO 3: METODOS ESTADISTICOS**

- Administrar las personas y los procesos utilizando datos y métodos estadísticos.
- No utilizar opiniones y suposiciones, ya que esto conduce a decisiones subjetivas, arbitrarias.

- Medir en forma precisa las actividades, utilizando la estadística.

#### **PRINCIPIO 4: INNOVACION**

- Mejorar e innovar continuamente los procesos y las personas.
- Utilizar el ciclo Planear – Hacer – Verificar – Actuar (PHVA).
- Involucrar a todo el personal en equipos de mejora de los procesos.
- Establecer coordinaciones entre las áreas y desarrollar proyectos aplicando gerencia interfuncional.

#### **PRINCIPIO 5: EDUCACION**

- Realizar un vigoroso programa de educación y capacitación en el trabajo.
- Cada trabajador puede contribuir a la satisfacción del cliente cuando recibe la educación y capacitación adecuadas.
- A través de la educación se adquieren conocimientos mientras que con la capacitación se brinda a las personas destrezas para su trabajo.

#### **PRINCIPIO 6: LIDERAZGO**

- La tarea de los responsables de un trabajo es convertirse en líderes para orientar y guiar a los trabajadores a hacer mejor su labor, conformando con ellos los equipos de trabajo. Así mismo deben tener un rol activo.
- Para mejorar la calidad y productividad es necesario que la gente se sienta segura, sin miedo de expresar sus ideas, hacer preguntas y participar.

## **PRINCIPIO 7: ESTANDARIZACION**

- Aplicar medidas para la estandarización de los procesos.
- Todos los trabajadores deberán seguir procedimientos de trabajo estándares.
- La Calidad es parte de nuestro trabajo diario.

### **3.3.1.2 Programa 5 “S”**

#### **1ra “S” : ORGANIZAR**

##### **“Identificamos las cosas innecesarias y descartarlas”**

- Distinguimos lo necesario de lo innecesario
- Eliminamos lo no necesario
- Mantenemos el área en forma ordenada
- La buena organización produce menos inventarios, menos documentos, más espacio.

#### **2da “S”: ORDENAR**

##### **“Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”**

- Ordenamos las cosas de manera que sean fácilmente vistas y almacenadas de modo que cualquiera pueda ubicarlas.
- Máquinas, pasillos y lugares de almacenamiento bien señalizados.
- Al ordenar los materiales, éstos serán encontrados rápidamente resultando en una mayor eficiencia.

#### **3ra “S”: LIMPIAR**

##### **“Limpieza, limpieza y más limpieza”**

- Pisos, paredes y techos aseados.

- Máquinas pintadas y limpias.
- Tuberías, cables, lámparas, recipientes, tachos, etc., limpios.
- La limpieza es inspección y detecta fallas que deben corregirse.
- Eliminamos lo no necesario
- Una planta u oficina limpia y bien señalizada, mejora las operaciones.

#### **4ta “S”: ESTANDARIZAR**

##### **“Sabemos como hacer las cosas bien”**

- Consolidación de las tres primeras “S” como actitud de trabajo solucionando problemas por propia iniciativa.
- Evitar los desarreglos impidiendo que estos se produzcan.
- Organizamos, ordenamos y limpiamos por propia iniciativa es decir tenemos actitud proactiva.

#### **5ta “S”: DISCIPLINA**

##### **“Hacer de las 5 “S” nuestro hábito”**

- Las inspecciones se realizan regularmente.
- Hacemos limpieza sin que se nos lo recuerde.
- Seguimos las instrucciones dadas.
- Usamos el uniforme y los implementos de seguridad adecuados.
- Somos puntuales.

### **3.3.2. Niveles Aceptables de Calidad**

Cuando sea requerido un nivel de calidad aceptable, todas las muestras serán estudiadas en bases estadísticas, como es al usar el programa Statical Process Control – SPC. Muchas muestras representan, por ejemplo 2 a 10.000 botellas. Si no es precisado el nivel de calidad aceptable según condiciones o disposiciones particulares, se encarga el proveedor a suministrar envases conforme con las especificaciones.

## **3.4. CONTROL DE CALIDAD EN EL PRODUCTO FINAL**

### **3.4.1. Importancia**

Las constantes exigencias de los consumidores representan un reto para la industria del envase y embalaje. Desean que el envase permita que los alimentos se conserven frescos durante más tiempo, que sea práctico, seguro, higiénico y compatible con el medio ambiente. Los fabricantes de envases y embalajes responden a estas demandas con soluciones novedosas en el segmento de láminas multicapas, bandejas, bolsas estables, botellas de PET, tapas y cierres. La industria del plástico se esmera continuamente en presentar innovaciones técnicas y contribuye a que éstas demandas se conviertan en realidad, de ahí la importancia de este informe.

### **3.4.2. Enfoques Modernos de Calidad en los Procesos**

En el futuro, la protección que ofrezcan los envases no sólo será pasiva sino que desempeñará un papel activo. Desde hace cinco años se debate en Estados Unidos, Japón y Australia sobre el envase activo. Este concepto debe entenderse como la posibilidad de retardar los procesos que ocurren en el interior del envase y que merman la calidad del

producto. Para lograr esto es necesario aplicar las tecnologías innovadoras de la química del plástico. La absorción del oxígeno, agua de condensación, dióxido de carbono o la incorporación de sustancias antimicrobianas para que las láminas inteligentes mantengan la calidad nutritiva de los alimentos envasados en un alto nivel y el período de conservación de los mismos se prolonga de forma considerable. De este modo se pueden satisfacer los deseos de los consumidores de comida lista para ser consumida y de alimentos preparados, y al mismo tiempo se cumple con el requisito de frescura y calidad.

Las capas antioxidantes ya se usan en las botellas de PET multicapas. Hasta ahora el período de conservación de las bebidas carbonatadas envasadas en botellas de plástico era relativamente pequeño en comparación con las botellas de vidrio tradicionales. Mientras las barreras pasivas sólo retardan la penetración del oxígeno en la botella, la barrera activa fija el oxígeno. El problema que presentan todos los recipientes de plástico multicapas, sean botellas, envases con comida o botes cilíndricos, es que los diferentes materiales deben tener un comportamiento similar durante el proceso de conformación. De no ser así, se podrían presentar puntos de rotura que mermarían la efectividad de la barrera. Esta desventaja fue ya superada, como quedó demostrado en las primeras aplicaciones de botellas de PET que realizó un fabricante de cerveza del norte de Alemania. El período de caducidad de esta cerveza en la botella de PET de 0,33 l se pudo extender desde seis hasta nueve meses. Se desarrollaron incluso barreras contra rayos ultravioleta para productos alterables a la luz que permiten mantener la transparencia de las botellas y recipientes.

### **3.4.3. Funciones del Control de Calidad**

#### **3.4.3.1. Inspección Visual**

Se inspecciona que la botella no tenga ningún defecto, como verificar el pico de la botella que no esté rota, que no presente manchas negras (pecas), el aspecto nacarado (nubes), botella sin brillo (opaco), el efecto lupa en el fondo, el efecto lupa bajo el cuello, pétalo deformado, marcas en el cuerpo de la botella, punto de inyección descentrado, etc.

La duración de la prueba depende de la experiencia y habilidad del que realiza el control de calidad. , la prueba se realiza cada hora y la presencia de los defectos mencionados darán lugar al rechazo del producto; sin embargo éste rechazo dependerá de la gravedad del defecto y del criterio de selección del personal que realiza dicho control y de las exigencias en las especificaciones de cada cliente.

#### **3.4.3.2 Prueba de Acetaldehído**

Se toma un muestra de una botella de cada molde, luego se congela con nitrógeno líquido en un cooler, a continuación se muele con un molino de martillos a malla – 400, el polvo obtenido se coloca en frascos de vidrio de 25 ml, esto se llevará al espectrógrafo de masas para calcular el contenido de acetaldehído, que no debe exceder de 2 ppm. El cálculo del valor de acetaldehído se realiza en un tiempo aproximadamente de 1 hora; depende de la pericia del operario. Para el cual inicialmente se mide una botella patrón que debe tener 0 ppm de acetaldehído, inmediatamente se mide la botella conteniendo la muestra problema; finalmente por comparación con el patrón, se determina el acetaldehído de la muestra problema. El exceso

de acetaldehído cambia el sabor de la bebida gaseosa. Esta se realiza por cada lote de producción.

#### **3.4.3.3 Prueba de Presión Interna**

El control de la presión interna se realiza por una bomba hidráulica, la prueba consiste en bombear agua a la botella en estudio por encima de 150 psig, luego mantener por un minuto a más de 150 psig y la botella no debe reventar. Si revienta la botella se rechaza la producción. Este control se debe realizar cada hora. La muestra consiste en tres botellas por molde. La duración de la prueba depende del tamaño y habilidad del que realiza el control de calidad.

#### **3.4.3.4 Prueba de Soda**

Esta prueba consiste en llenar la botella con agua al nivel de llenado, luego se inyecta aire hasta 150 psig; se coloca en una vasija que contiene una solución de soda cáustica al 0,2%, la solución de soda cubre la botella hasta el radio de pétalo por 10 minutos. Cuando la botella se raja alrededor del punto de inyección y pierde líquido se rechaza la producción; ahora, si revienta antes de los 10 minutos también se rechaza; cuando se raja y no pierde líquido se corrige:

- Se adelanta leva de presoplado.
- Se baja la temperatura del horno.
- Se enfría la zona del radio de pétalo.
- Se aumenta la presión de presoplado.
- Abrir el flujo de aire.

Este control de calidad se realiza al inicio y fin de cada turno, el tamaño de muestra es de una botella por molde, la duración es de aproximadamente 20 minutos; la finalidad de la prueba es simular el envejecimiento de la botella envasada. La permanencia de 10 minutos de la muestra en la solución de soda cáustica equivale a tres meses de producto envasado sin consumir.

Además, la Sopladora cuenta con sistema inteligente basado en sensores infrarrojos que detectan defectos muy graves, como es el soplado incompleto, pico roto, punto de inyección roto, etc. Sacándolo de la línea de producción (ver Figura 3.13).

## Control de botellas

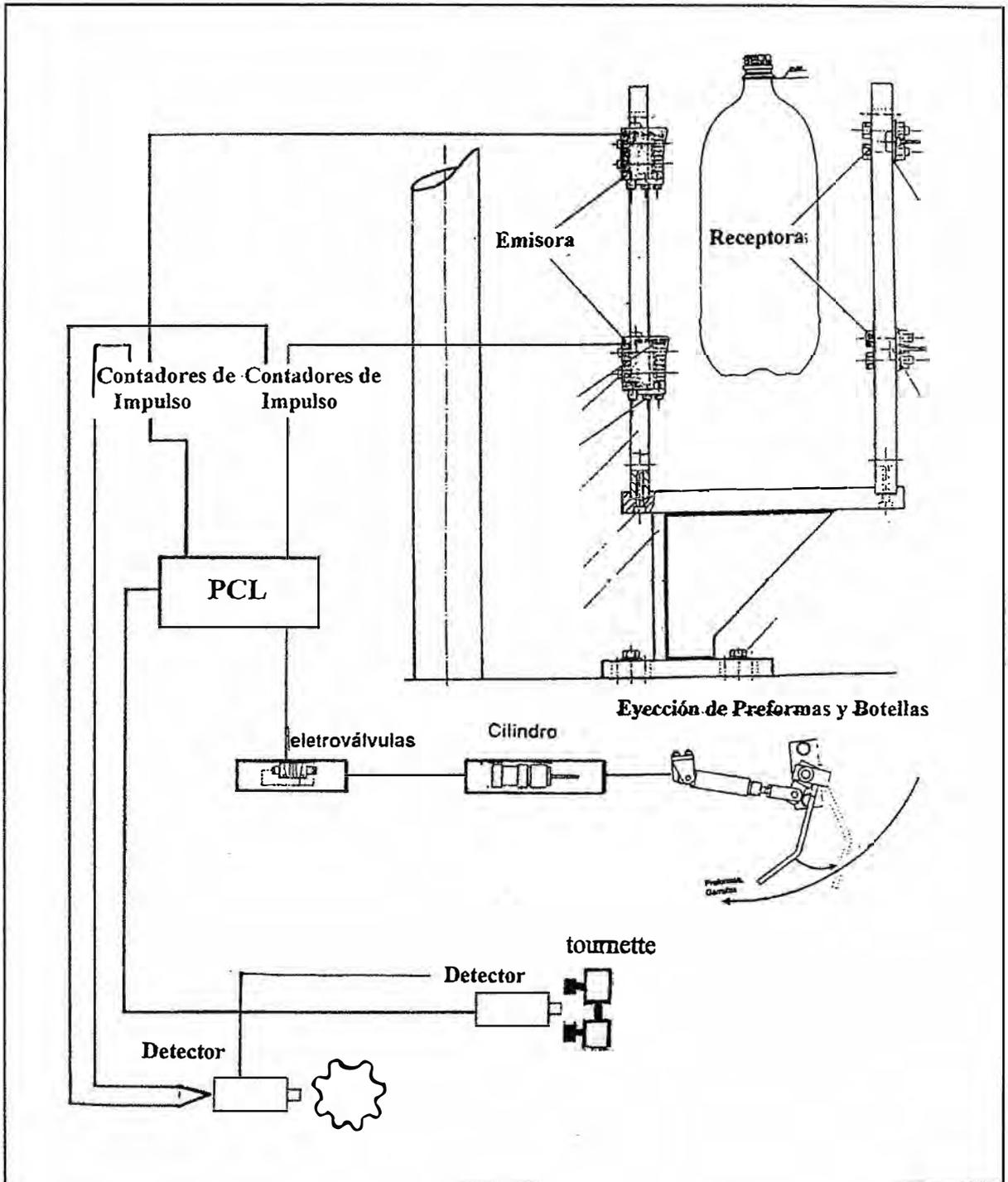


Figura 3.13

### **3.4.4. Consideraciones para el Control de Calidad**

#### **3.4.4.1. Productos no Conformes**

Se rechazan las botellas que no cumplen las especificaciones de calidad como presión interna, prueba de soda, prueba de acetaldehído y algunas veces inspección visual, cuando los defectos son graves como: pico roto, pecas grandes, punto de inyección rajado, desechándolas para reciclado de otras aplicaciones que no sean alimentos.

#### **3.4.4.2 Defectos en el Producto**

La obtención de buenas botellas dependen principalmente del material utilizado. Los defectos de preformas que se muestran (ver Figura 3.14, Figura 3.15, Figura 3.16, Figura 3.17, Figura 3.18, Figura 3.19) son algunas de las causas de botellas defectuosas.

#### **Marcas de Humedad**

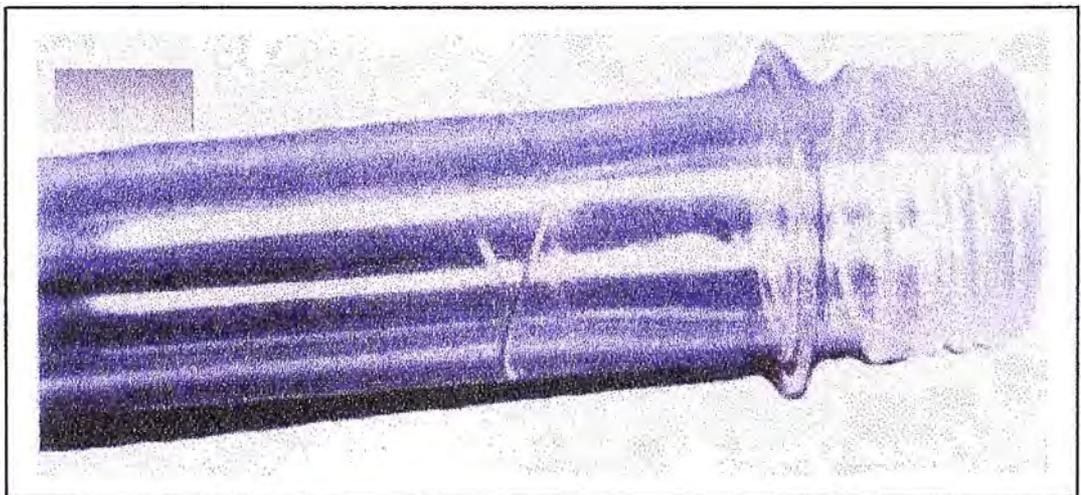


Figura 3.14

**Agujero de alfiler en el punto de inyección**

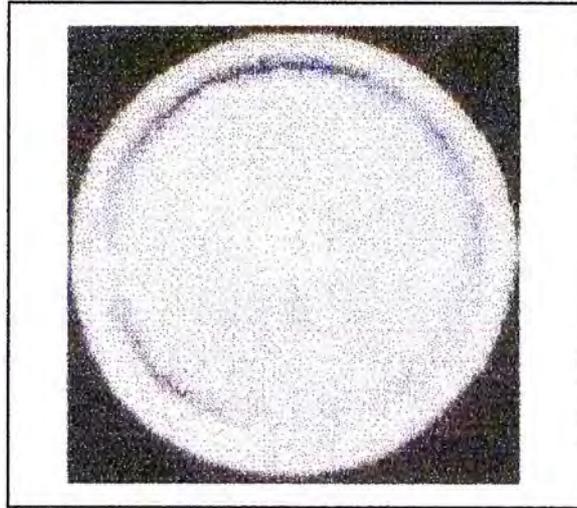


Figura 3.15

**Rayones / Defectos en la superficie de preforma**



Figura 3.16

**Punto de inyección alargado**

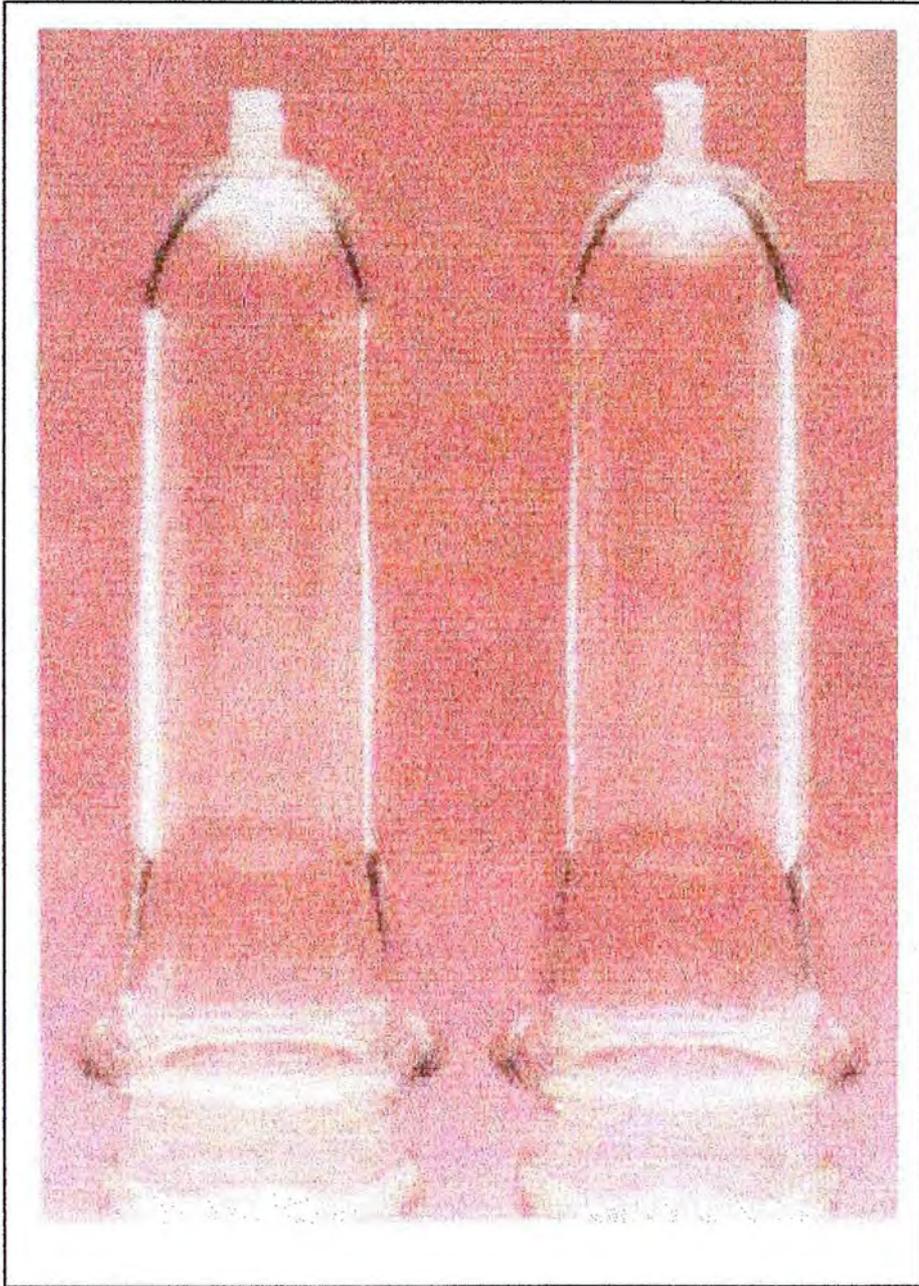


Figura 3.17

**Preforma comprimida**

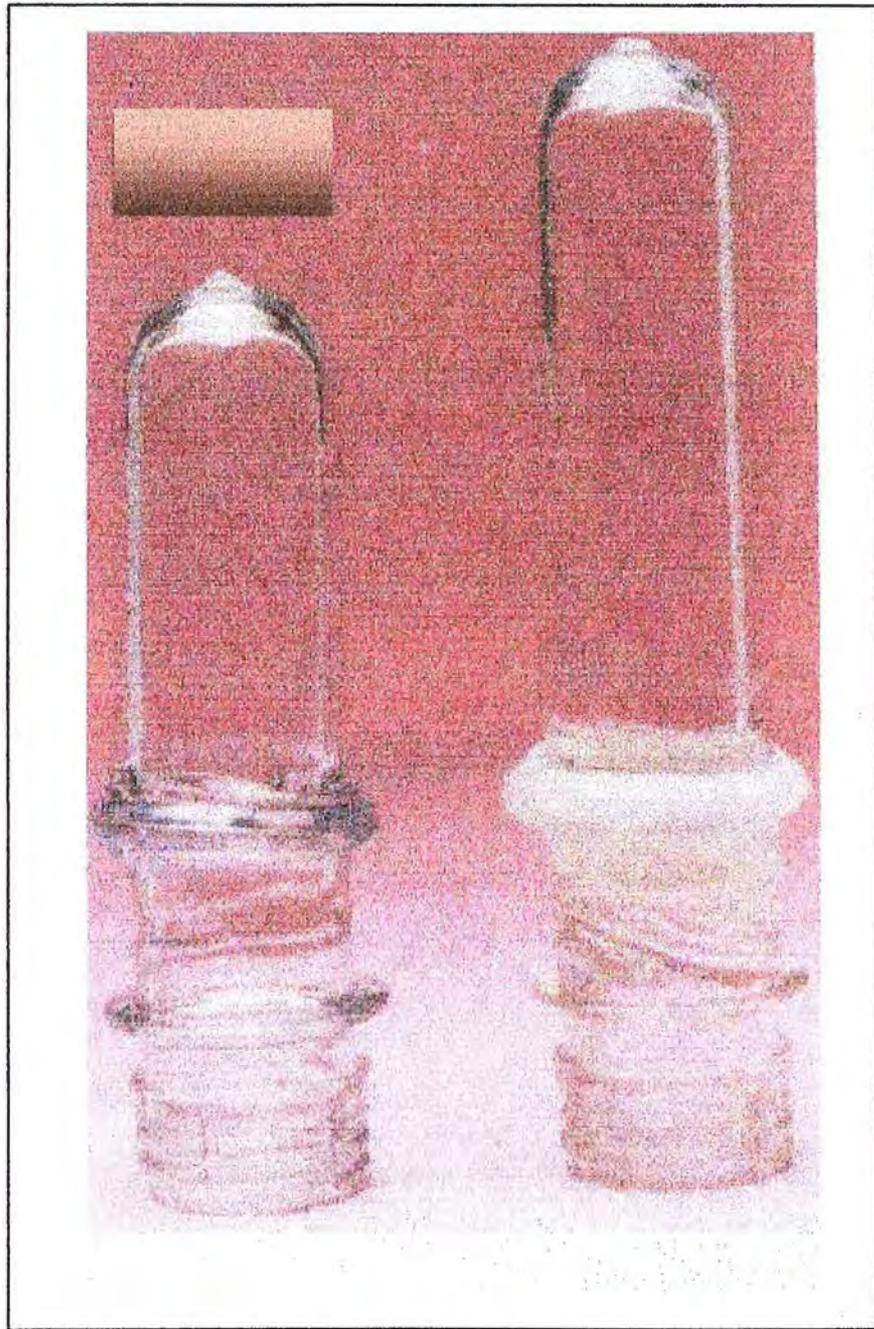


Figura 3.18

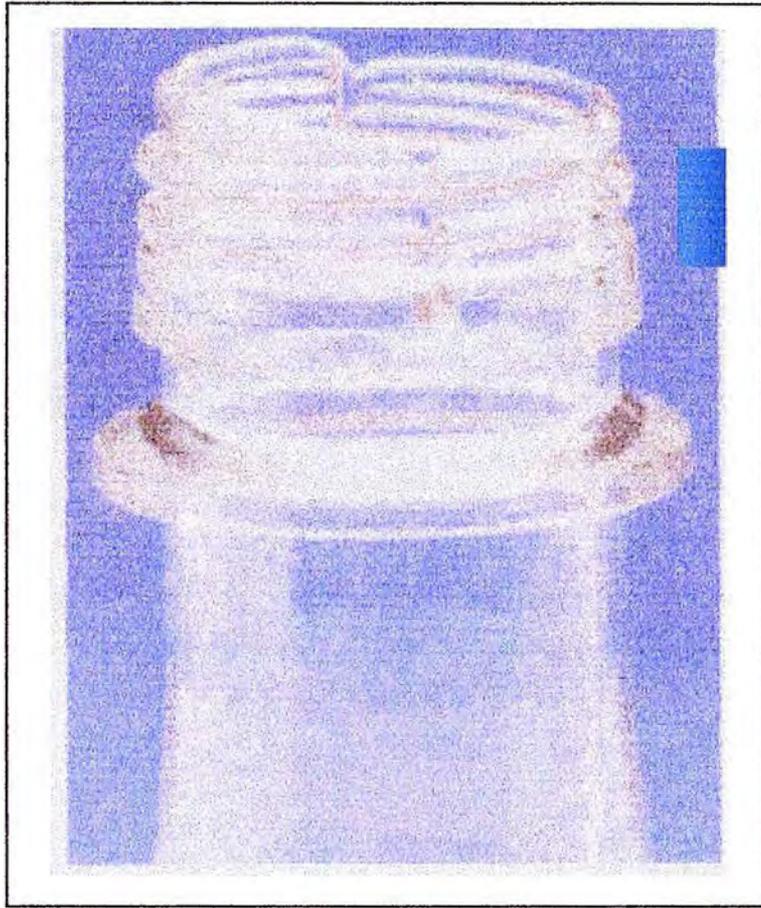
**Tiro corto**

Figura 3.19

Antes de cualquier tratamiento de un defecto, es necesario asegurarse del funcionamiento correcto de todas las lámparas, de las unidades a tiristores y del circuito de regulación en general. Cerciorarse igualmente de la buena calidad geométrica de las preformas

## DETALLES DE LOS DEFECTOS DE LAS BOTELLAS

### Zonas de la botella

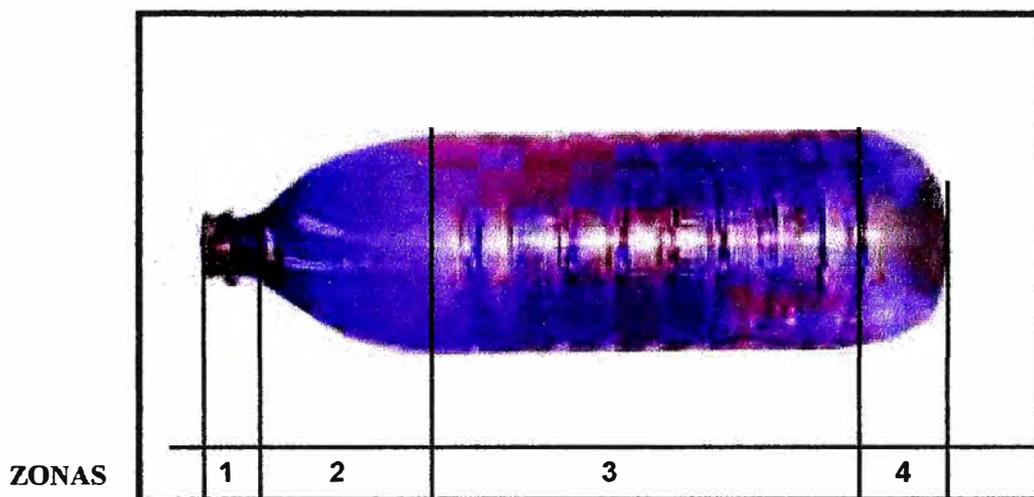


Figura 3.20

En el siguiente cuadro 3.1 se describe los posibles defectos que se puede encontrar en las diversas zonas de la botella mostrada en la Figura 3.20, donde además se indica las causas que los ocasionan y la solución correspondiente. Se han utilizado nomenclaturas para las causas (C#) y soluciones (R#), que se describen cada una de ellas al detalle después del cuadro.

**Cuadro: 3.1**

Posición	Designación	Zonas	Causas	Soluciones
D1	El aspecto nacarado o de mármol. Localizado o General	3	C1	R1
D2	El aspecto opaco	2,3,4	C2, C11	R21, R29
D3	Botella estrangulada	4	C3, C10, C11, C31	R1, R9, R11, R28
D4	Los pies blancos de fondos petaloides	4	C3, C4, C10, C11, C25	R1, R9, R11, R30
D5	Efecto lupa en el fondo	4	C3, C10, C11, C30	R1, R9, R11, R30
D6	El fondo descentrado	4	C8, C9, C12, C13, C19	R2, R7, R10, R12, R29
D7	Efecto lupa bajo el cuello	2	C4, C10, C11, C30, C32,	R1, R6, R10, R14, R30
D8	Cuello inclinado de botellas re-utilizables	2	C2, C5, C6, C17, C33	R2, R5, R6 R17, R25, R31
D9	Marcas sobre el cuerpo de la botella	2,3,4	C25, C26,	R22, R24
D10	Espesor desigual en la junta	2, 3	C12, C18	R12, R26, R18
D11	Junta muy marcada	2, 3	C18	R1, R18
D12	Incorrecta formación de la junta del molde	2, 3, 4	C18, C20	R18, R19
D13	Fondos de petaloides deformados	4	C1, C4, C14 C15, C29	R1, R3, R13, R15
D14	Deformación de la botella. Salida de la máquina	2 - 4	C14, C29	R9, R19, R20
D15	Súper espesor bajo el anillo de cuello	2 - 3	C4, C11, C32	R1, R3, R11
D16	Repartición de espesura de circunferencia con defecto	2 - 3	C25, C26, C27	R4, R21, R30
D17	Repartición de espesura longitudinal con defecto	2 - 3 - 4	C4, C11, C12, C10, C9	R1, R3, R9 R10, R11, R12
D18	Variación de volumen de botellas durante el almacenamiento	2 - 3 - 4	C14, C15, C25	R13, R15 R24
D19	Resistencia insuficiente a la compresión	2 - 3 - 4	Ver D16 y D17 C20, C26, C25	R1, R19, R22
D20	Explosión de botellas por caída	4	C21, C3, C11, C10	R23, R24 R11, R1, R9
D21	Pérdida anormal de CO2	1	Ver D8, C2, C24, C33	R2, R21 R24, R29
D22	Deformaciones importantes	2 - 3 - 4	Ver D16 y D17 C26, C23	R22, R24
D23	Explosión de botellas con presión anormal baja	3 - 4	C21, C3, C11, C10, C22, C26	R1, R11, R9, R23, R22
D24	Línea opaca en el fondo de las botellas	3 - 4	C29, C26	R22, R24

**\* Causas de los defectos de las botellas**

- C1: Temperatura de la preforma muy baja
- C2: Temperatura de la preforma muy alta
- C3: Mal calentamiento del fondo de la preforma
- C4: Mal perfil del calentamiento
- C5: Calentamiento anormal de las astas.
- C6: Mala circulación de aire dentro del horno
- C7: Presión de elongación muy baja
- C8: Asta de elongación desajustada
- C9: Presoplado adelantado
- C10: Presoplado atrasado
- C11: Presión de presoplado muy baja
- C12: Presión de presoplado muy alta
- C13: Presión de presoplado adelantada
- C14: Presión de presoplado atrasada
- C15: Presión de soplado muy baja
- C16: Presión de soplado muy alta
- C17: Apoyo de las toberas es muy importante
- C18: Sistema de bloqueo de molde suelto
- C19: Temperatura de molde muy alta
- C20: Temperatura de molde muy baja
- C21: Fondo mal biorientado
- C22: Frágil en punto de inyección
- C23: Mal espesor del fondo
- C24: Parte superior del cuello incompleto
- C25: Mala calidad de las preformas
- C26: Espesor del material muy bajo
- C27: Rotación anormal de las preformas
- C28: La buena calidad geométrica de las preformas
- C29: Moldes de fabricación de preformas muy fríos
- C30: Exceso de material localizado (alrededor de punto de inyección)

C31 : La varilla toca la pared de la preforma antes de formar la burbuja

C32 : Zona bajo el cuello fría

C33 : Recalentamiento excesivo de la zona bajo el cuello

**\*\* Soluciones para remediar los defectos de las botellas**

R1 : Aumentar la temperatura del horno, o de la zona concernida

R2 : Disminuir la temperatura del horno, o de la zona concernida

R3 : Ajustar el perfil del calentamiento

R4 : Desplazamiento del estirado

R5 : Asegurarse que el circuito de agua funcione

R6 : Verificar el funcionamiento de los ventiladores

R7 : Ajustar el estirado con el fondo de molde

R8 : Aumentar la presión del estirado

R9 : Avanzar el presoplado

R10 : Retardar el presoplado

R11 : Aumentar la presión del presoplado

R12 : Bajar la presión de presoplado

R13 : Aumentar la presión de soplado

R14 : Bajar la presión de soplado

R15 : Avanzar el soplado

R16 : Retardar el soplado

R17 : Ajustar la posición de la tobera

R18 : Apretar el sistema de bloqueo de molde

R19 : Aumentar la temperatura del molde

R20 : Bajar la temperatura del molde

R21 : Verificar la geométrica de la preforma

R22 : Verificar la calidad de la materia

R23 : Verificar el punto de inyección de la preforma

R24 : Verificar la calidad de la preforma

R25 : Ajustar la altura del estirado

R26 : Retardar el inicio de soplado y del fin del estirado

R27 : Retardar presoplado, bajar la presión, aumentar calentamiento bajo el cuello

R28 : Avanzar el presoplado o aumentar la presión

R29 : Disminuir el porcentaje de salida del pyromat

R30 : Aumentar calentamiento en la parte concernida, adelantar el soplado

R31 : Atrasar al máximo el momento de escape.

### **3.4.5. Recomendaciones para el Manejo, Almacenamiento, Empaque y Despacho**

#### **3.4.5.1. Manejo**

Las botellas fabricadas se trasladan mediante cintas transportadoras al paletizador, donde se paletizan de acuerdo al mosaico establecido en función del formato de envase.

#### **3.4.5.2. Empaque**

El empaçado se lleva a cabo en palets de 8 ó 10 tapas, según el cliente, cada tapa contiene 12 \* 12 botellas, para 500 ml; como también puede ser de 24 \* 24 botellas como es para 355 ml lo cual depende del tamaño de botella, luego se forra con cinta de polietileno de alta densidad. La finalidad del forrado es proteger al envase del medio ambiente.

#### **3.4.5.3. Almacenamiento**

El producto empaçado se lleva al almacén en un ambiente de 20°C donde no le dé el sol, el diseño y los materiales empleados para la construcción del almacén garantizan la total asepsia de los mismos.

#### **3.4.5.4. Despacho**

El despacho del producto se realiza en camiones de reparto, para el cual se emplean monta cargas (patos) que permiten el cargado de los camiones de reparto con sumo cuidado evitando destruir la cinta protectora. El jefe de almacén es el encargado de evaluar el estado de limpieza de los camiones que pretenden cargar, debe avisar a Laboratorio si tuviese alguna duda. Cualquier camión que no supere la inspección será rechazado y la incidencia registrada en su ficha. Estas incidencias se tendrán en cuenta en la revisión anual de los transportistas.

### **3.5. ESTÁNDARES DE CALIDAD PROPUESTO**

Todas nuestras operaciones están respaldadas por nuestro sistema de control de calidad y el aseguramiento de calidad tanto de las preformas que se utilizan para el soplado de las botellas y de las botellas mismas producidas.

El estricto control al que se somete al producto final no es más que la verificación del perfecto funcionamiento del sistema de aseguramiento de calidad.

Las muestras del producto terminado son seleccionadas estadísticamente, para ser sometidas posteriormente a análisis microbiológicos, fisico-químicos, etc. Todas las determinaciones a las que está sometido el producto aparecen reflejadas en el Plan de Control.

Sólo cuando todos los resultados de los análisis son satisfactorios, se autoriza la expedición de ese lote de producto.

Este aseguramiento de calidad está refrendado por un certificado de calidad emitido por el laboratorio de control de calidad de la línea PET de la empresa. Se adjunta Análisis de Acetaldehído en preformas, Certificado de calidad de preformas, Certificado de producción diaria y formato de mediciones de aseguramiento de calidad de soplado de botellas.

### **3.5.1. Acetaldehído en preforma**

En el análisis de acetaldehído en preformas del 18 de enero del 2001 se reporta los resultados de una muestra realizada en la inyectora Husky IV de la fase I, que en ese momento producía preformas de 28 gr y de color celeste, donde la posición de la preforma se toma aleatoriamente y se determina para cada uno de ellos la cantidad de acetaldehído (en ppm), se calcula el promedio y la desviación estándar correspondiente. La cantidad de acetaldehído tiene que ser menor a la especificación de 10 ppm (5,93 ppm).

### **3.5.2. Calidad de preforma**

En este certificado se identifica el peso y color de la preforma solicitada por el cliente (preformas cristal 52 gramos), tipo de resina utilizado en la inyección (resina Wellman 2,8 IPA), ya que para cada marca de resina las variables de operación son diferentes. El Laboratorio químico se encarga de analizar la viscosidad intrínseca, el Laboratorio de Control de calidad determina el peso de la preforma, la concentricidad, ésta se mide cortando la preforma y usando el Vernier para su medición; el análisis de acetaldehído en el equipo de RMN; el acabado del pico en forma visual, la altura de la preforma con trazador de altura digital, el color se mide con el Espectrógrafo, donde el color B (es el oscuro) el color I (light) es el claro.

### **3.5.3. Producción diaria**

El certificado de producción diaria reporta la producción diaria de botellas PET, para lo cual primero se identifica el tipo de envase (500 ml COKE contour), luego se indica la Máquina Sopladora que va a producir dichas botellas, en base a la cantidad solicitada por el cliente, se considera el tipo de acabado, PCO (Figura 3.21), porque es el estándar para botellas no retornables. Para realizar el control de calidad se toma 2 botellas de muestra de cada molde, también se identifica el color de la botella (cristal); finalmente se calcula el total de botellas muestreadas por día (192). El control de calidad de la botella implica realizar un control visual de los defectos mediante comparación visual; el control dimensional con un Trazador de altura digital; con un Calibrador Pie de Rey Digital, los diámetros; los espesores correspondientes con el Micrómetro Digital; la capacidad de rebose y el nivel de llenado por el sistema gravimétrico; el peso de la botella con Balanza analítica y los ensayos físicos (presión interna) con Bomba hidráulica.

### TIPOS DE FINISH (Acabado)

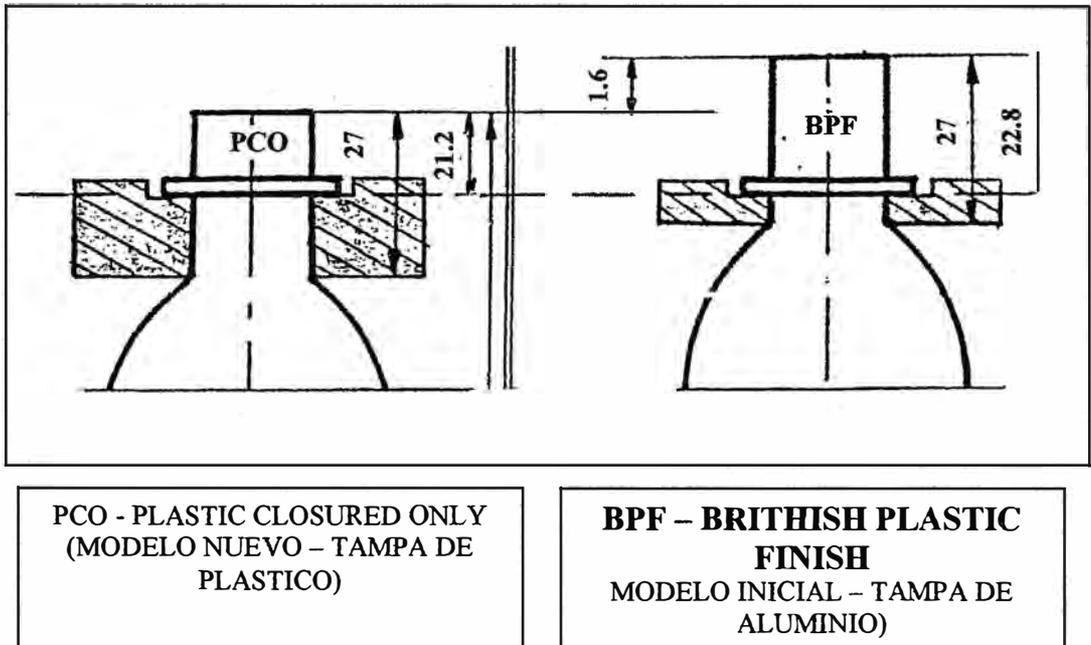


Figura 3.21

#### 3.5.4. Soplado de botellas

El formato de Mediciones de aseguramiento de calidad de soplado de botellas, es el material con el cual realiza el control diario y continuo el Ingeniero de Control de Calidad; en ella especifica el turno, el nombre del analista, fecha y tipo de botella que se está soplando, luego las mediciones rutinarias de control de calidad y especificando con claridad la hora en que se efectuó la prueba de presión interna. Además, en ella detalla algunas observaciones que puedan ser importantes para analizar y verificar el proceso de producción realizado.

**SAN MIGUEL INDUSTRIAL S.A.**  
Laboratorio Químico

## **ANÁLISIS DE ACETALDEHÍDO EN PREFORMAS**

DE           Quim. Elizabeth Espinosa  
A            Ing. Jorge del Castillo  
Asunto      Acetaldehído en Proformas  
Cc           Ing. Marco Chan  
              Ing. Franz Hurtado  
              Ing. Carlos Jave

### **RESULTADOS DE ANÁLISIS:**

<b>ESPECIFICACIÓN : 10 ppm</b>
--------------------------------

Fecha Análisis : 18 Enero 2001

**MUESTRA:** HUSKY IV  
**FASE**        : I

Peso    : 28g  
Color   : Celeste

<b>POSICIÓN DE PREFORMA</b>	<b>ppm AA</b>
C - 1	4.79
C - 2	6.13
C - 3	5.48
C - 4	5.07
C - 5	7.12
C - 6	7.00
<b>Promedio</b>	<b>5.93</b>
<b>Desv.Estandar</b>	<b>0.98</b>

Analizado por:  
Magda Huarag

Revisado por:  
Elizabeth Espinosa.

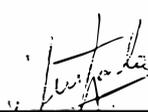


## SAN MIGUEL INDUSTRIAL S.A.

Av. Industrial 491 - Lima 1 - PERU  
 Central Telefónica: (511)336-5428 / (511)336-5429  
 e-mail: barra@sanmiguelind.com.pe

ENVASES PET

### CERTIFICADO DE CALIDAD PREFORMAS

Ciente:	CORPORACION JOSE R. LINDLEY S.A.		Planta	: PET	
			Sección	: PREFORMAS	
			Lote	: 106	
Producto:	PREFORMAS CRISTAL 52 GRAMOS		Cantidad	: 40 CAJAS	
			Fecha	: 10/08/00	
MATERIA PRIMA : RESINA WELLMAN 2.3 IPA					
CARACTERISTICAS	Unidad	Promedio	D. STD	N° Analisis	Especificación
Viscosidad Intrínseca	d/g	0.797	0.041687	5	0.300 +/- 0.015
Peso	gramos	52.3813	0.05850	48	52 +/- 0.5
Concentricidad ( Medición espesor 4 puntos a 90° )	mm	3.682	0.02113	12	3.75 +/- 0.08
Acetaldehido	ppm	7.69081	0.24618	20	Máx 10
Rosca ( Acabado Pico )		Pasa 100 %		48	
Altura	mm	152.515	0.011647	48	152.50 +/- 0.05
Color B	CIELAB	1.92	0.058348	12	1.9 +/- 1.1
Color L	CIELAB	90.09	0.062415	12	89.7 +/- 0.5
 <b>Franz Hurtado</b> Gerente Calidad y Desarrollo					

PRODUCCION  
 Anx. 311  
 Fax: (511)336-5416

VENTAS  
 Anx. 355  
 Fax: (511)336-5416

ADMINISTRACION  
 Anx. 205  
 Fax: (511)336-5428 anx. 257

LOGISTICA  
 Anx. 323  
 Fax: (511)336-5413

CREDITOS Y COBRANZAS  
 Anx. 242  
 Fax: (511)336-5428 anx. 364



- Tejidos de Lana
- Fibras de Poliéster
- Productos Químicos
- Plásticos Pet

## SAN MIGUEL INDUSTRIAL S.A.

Av. Industrial 491 - Lima Apartado 1731 Lima 100, PERU  
Telf.: (51-1) 3365428, (51-1) 3365429

### CERTIFICADO DE PRODUCCION DIARIA

Fecha:	19/04/00	Tipo de Envase	500 ml. COKE Contour.
Máquina Sopladora/4 Moldes	SIDEL 2	Acabado o Finish:	PCO
N° de Botellas/Muestra/Molde:	2	Color:	CRISTAL
Frecuencia/Turno:	3/turno		
Total de botellas Muestreadas/Día	192		

CARACTERISTICA	ESPECIFICACION	RESULTADOS	SISTEMA DE MEDICION
1. CONTROL VISUAL		OK	Comparación visual
2. CONTROL DIMENSIONAL		D. STD.	
ALTURA BOTELLA ( mm )	235.36 - 235.64	235.47    0.2124	Trazador de Altura Digital
DIAMETROS ( mm )			Calibrador Pie de Rey Digital
Diámetro Mayor	64.99 - 66.01	65.46    0.1066	
Diámetro Cuerpo			
Diámetro Talón	64.99 - 66.01	65.63    0.1763	
ESPESORES ( mm )			Micrometro Digital
Esp. Curv. Hombro	0.30 - 0.40	0.379    0.0213	
Espesor de Hombro	0.30 - 0.40	0.330    0.0171	
Espesor de Pared	0.30 - 0.40	0.355    0.0279	
Espesor de Talón	0.30 - 0.40	0.374    0.0162	
Esp. Radio Pétalo	0.20 - 0.30	0.279    0.0175	
Esp. Base Pétalo	0.20 - 0.30	0.330    0.0257	
Esp. Centro Fondo	1.30 - 2.30	1.806    0.1264	
CAPACIDAD ( ml )			Gravimétrico
Capacidad a Rebose	512.33 - 526.33	526.66    1.0633	
Capacidad a nivel llenado	500 - 514	507.20    0.4509	
PESO ( gr )	27.5 - 28.5	27.90    0.0209	Balanza Analítica
3. ENSAYOS FISICOS			
PRESION INTERNA ( psi )	> 150	> 150	Bomba Hidráulica

CONCLUSION:		APROBADO POR:	
APROBADO:		Gerencia de Calidad y Desarrollo	

**MEDICIONES DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE SOPLADO DE BOTELLAS**

TURNO : .....  
 ANALISTA : .....  
 FECHA : .....

TURNO : .....  
 ANALISTA : .....  
 FECHA : .....

TURNO : .....  
 ANALISTA : .....  
 FECHA : .....

TIPO DE BOTELLA : .....

TIPO DE BOTELLA : .....

TIPO DE BOTELLA : .....

	NORMA	SIDEL 1		SIDEL 1		SIDEL 1	
		M1	M2	M1	M2	M1	M2
AL TUR. DE LA BOTELLA	MM						
DIAMETRO MAYOR	MM						
DIAMETRO DEL CUERPO	MM						
DIAMETRO DEL TALON	MM						
ESPESOR CURVAT. HOMBRO	MM						
ESPESOR DEL HOMBRO	MM						
ESPESOR DEL CUERPO	MM						
ESPESOR DEL TALON	MM						
ESPESOR RADIO PETALO	MM						
ESPESOR BASE PETALO	MM						
ESPESOR CENTRO FONDO	MM						
CAPACIDAD	ML						
PUNTO DE LLENADO	ML						
PESO	GR						
PRESION INTERNA	> 150 PSI	H O R A	P R E S I O N	H O R A	P R E S I O N	H O R A	P R E S I O N
PRESION INTERNA	> 150 PSI						
PRESION INTERNA	> 150 PSI						
PRESION INTERNA	> 150 PSI						
PRESION INTERNA	> 150 PSI						

**OBSERVACIONES :**

.....

.....

.....

.....

### **3.5.5 Rango de variación en la altura de botellas.**

Este estudio se realizó en Diciembre de 1999, debido a los reclamos de los clientes en la medición de la altura, ya que éstas se presentaban por debajo del mínimo requerido. Una vez realizado el seguimiento, toma de datos, y análisis de resultados de las gráficas construídas, se tuvo que modificar algunas variables del proceso, como el tiempo de enfriamiento en el molde , para poder compensar el encogimiento de la botella.

De los gráficos 3.1 y 3.2 se concluye que cuanto más veloz es la Máquina Sopladora se tiene mayor variación de encogimiento.

Finalmente, el estudio nos muestra que a partir del sexto día de soplado la altura de la botella ya no sufre variación.

## VARIACIÓN DE LA ALTURA PARA BOTELLAS DE 600 ML CON EL TIEMPO

Dia/Altura (mm)	Sidel 1		Sidel 2			
	5	7	1	3	4	6
17/11/99	218.56	218.76	218.38	218.66	218.52	218.47
18/11/99	218.40	218.63	218.24	218.38	218.26	218.26
19/11/99	218.30	218.49	218.10	218.33	218.17	218.14
20/11/99	218.27	218.45	218.00	218.30	218.15	218.10
21/11/99	218.25	218.42	217.94	218.25	218.12	218.08
22/11/99	218.24	218.42	217.94	218.24	218.11	218.08
23/11/99	218.24	218.42	217.94	218.24	218.11	218.08
24/11/99	218.24	218.42	217.94	218.24	218.11	218.08

## VARIACIÓN DE LA ALTURA PARA BOTELLAS DE 600 ml CON EL TIEMPO

(SIDEL 1 : MOLDES 5 y 7)

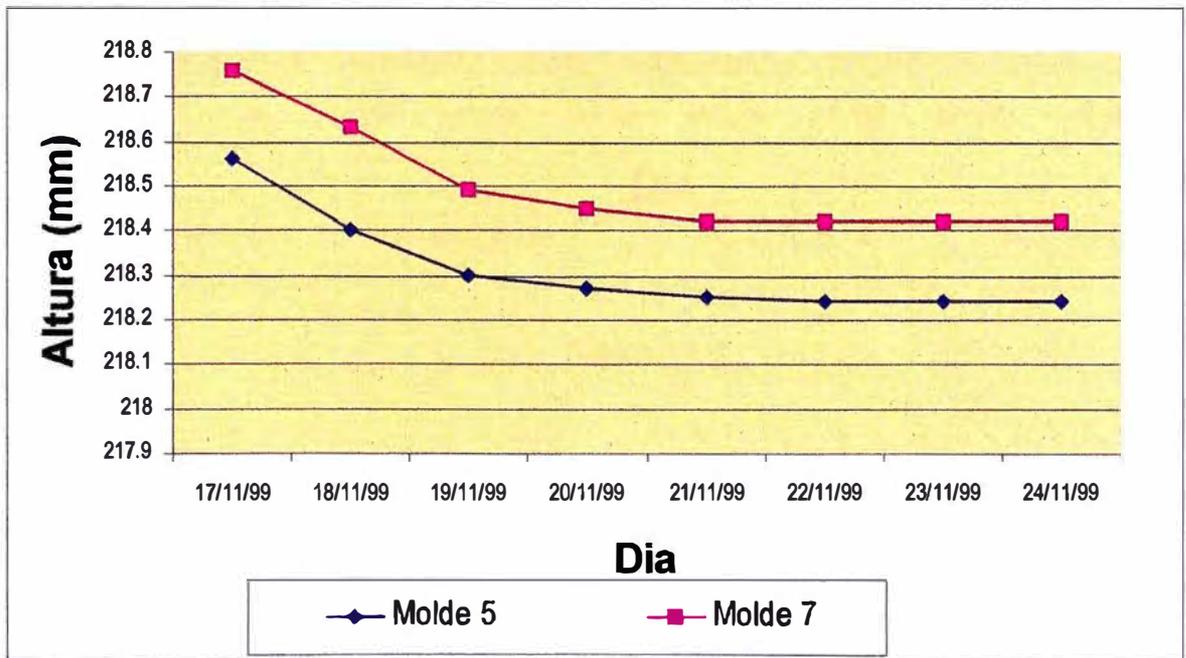


Gráfico: 3.1

VARIACIÓN DE LA ALTURA PARA BOTELLAS DE 600 ml CON EL TIEMPO  
(SIDEL 2 : MOLDES 1, 3, 4 y 6)

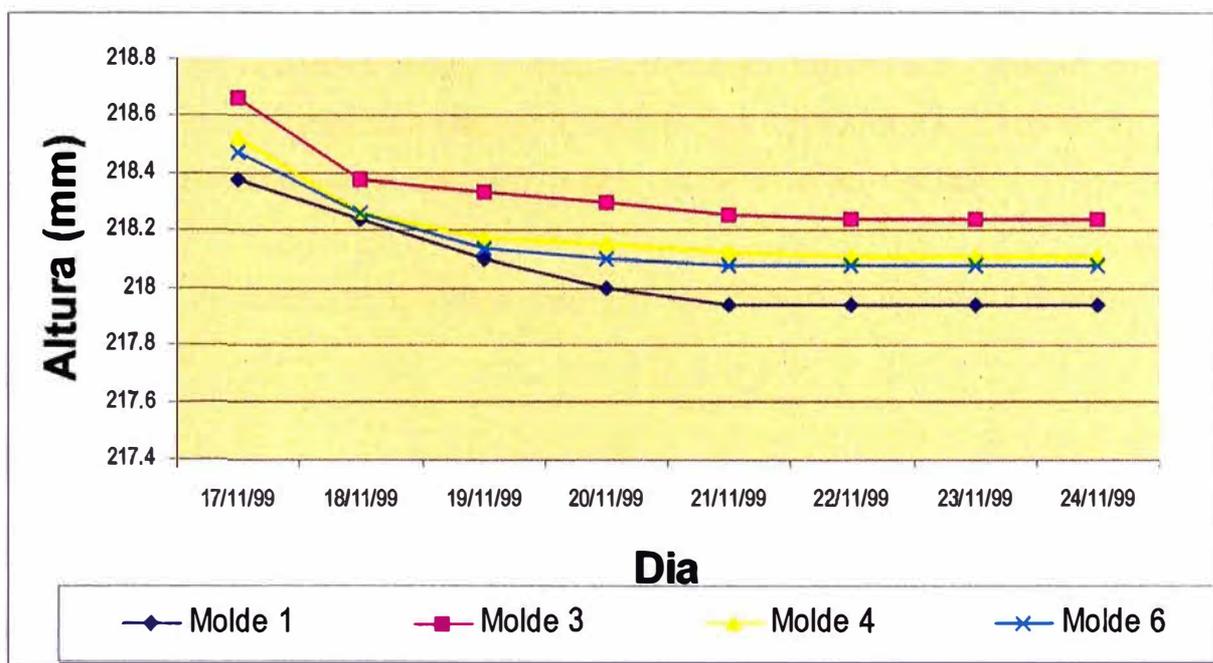


Gráfico: 3.2

### 3.6. RECICLADO DEL PRODUCTO

El plástico está hecho con uno de los recursos naturales más valiosos (no renovables) de la tierra: el petróleo. Para la fabricación de productos plásticos se parte del petróleo bruto, que al ser refinado da plásticos y carburantes. Además, los plásticos, de constitución muy próxima a la de los carburantes, tienen un poder calorífico muy elevado, por lo que sus desechos pueden convertirse en combustibles de alta calidad, y esto puede ocasionar graves riesgos ambientales debido a la síntesis de dioxinas y otras sustancias peligrosas que pueden emitirse a la atmósfera. Debido a todo esto, los plásticos deberían ser reciclados al máximo.

De las razones mencionadas para reciclar, algunas de mayor importancia son:

- **Se ahorra espacio.**

Los rellenos sanitarios son la forma más común y rápida para deshacernos de la basura. Sin embargo, estos suelen llenarse rápidamente debido a la alta generación de la misma; encontrar nuevos lugares para rellenos sanitarios resulta cada vez más difícil. Por otra parte, la incineración, a pesar de ser una alternativa popular, produce residuos altamente tóxicos que necesitan especial manejo.

- **Se ahorran recursos naturales.**

Como agua, energía, petróleo. En el proceso de reciclado, por lo general se utilizan menos de estos recursos, para la fabricación de materiales que cuando se parte de materia prima virgen.

- **Se reduce la contaminación.**

Al crear nuevos productos (papel, aluminio, plástico, vidrio) a partir de materiales reciclados se reduce la contaminación del aire y agua. Reciclar reduce también emisiones a la atmósfera de bióxido de carbono, el cual contribuye de una manera determinante en el efecto invernadero, el peligro global, la lluvia ácida, la ruptura de la capa de ozono, la extinción de especies y la deforestación.

## **CAPITULO 4**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

- El proceso utilizado para la fabricación de envases en PET es la inyección de preformas y su posterior soplado; en el proceso de inyección de las preformas las moléculas del material son sometidas a un proceso de biorientación que proporcionará al envase una mayor resistencia.
- Los espesores de la botella depende del tamaño y del modelo de la botella en estudio.
- La geometría de la botella y la base de la botella depende de la presión interna que soporta, comportándose mejor para bebidas gaseosas con presión la forma petaloide.
- Con las máquinas de última generación se mejora la calidad de botellas ya que éstas tienen incorporado sensores electrónicos de alta respuesta a las variaciones de las especificaciones predeterminadas; generando gráficos, diagramas, etc., en el computador de la

Sopladora, lo que permite predecir y corregir los defectos antes de que ocurran fallas graves.

- La tendencia actual en botellas no retornables es incorporar botellas de PET en la industria cervecera.
- El control de acetaldehído, es un punto crítico en la producción de botellas PET, ya que un exceso de las cantidades máximas requeridas modifica el sabor de la bebida.
- A medida que se aumenta la frecuencia de muestreo para el control de calidad se minimiza la producción de botellas defectuosas.
- La botella de mayor capacidad tiene mayor espesor en las paredes que una de menor capacidad.
- Del estudio de la variación de la altura para botellas de 600 ml con el tiempo, se concluye que a partir del sexto día de soplado la altura de la botella se mantiene constante.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

- El muestreo (192 botellas / día) realizado para el control de la presión interna, espesores, altura, etc., para cada molde en una sopladora que tiene 4 moldes, de la SIDEL 2, produce 4000 botellas / hora; no representa con absoluta seguridad que toda la producción sea excelente, pero es una aproximación confiable que la producción cumpla dichas especificaciones dadas por el cliente, de acuerdo a nuestro estudio realizado para dicha máquina (SIDEL 2). Recomendando que de ser posible la toma de muestra sea mayor.

- La resina PET es un poliéster termoplástico que se caracteriza por sus propiedades de alta resistencia mecánica, transparencia y excelente barrera, características que lo hacen recomendable para su uso en la fabricación de recipientes para diversos productos, como bebidas gaseosas, aceites comestibles, agua, conservas, miel, mayonesa, licores, así como productos en polvo y líquidos en general.
- Las condiciones de operación para la producción de botellas PET son distintas para las diversas marcas de resinas PET, Wellman, Enka, Kodax, Papet, etc., por lo que se recomienda identificar previamente la resina con la que se trabaja , para programar las condiciones de trabajo.
- Para un informe posterior se recomienda realizar el estudio de la producción de la preforma y su respectivo control de calidad.

## CAPITULO 5

### BIBLIOGRAFIA

- Departamento de Ciencias de Polímeros, **Polyesters**, Universidad del Sur de Mississippi, 1996 Pág. 1-6.  
<http://www.psrc.usm.edu/spanish/pet.htm>
- @LQUIMICOS, Químicos del Principado, **PET, Un plástico “muy actual”**- N°38, Marzo 1999. Pág.1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 11, 12, 13.  
<http://www.alquimicos.com/quimprin/38/pet.htm>
- Dirección General de Gestión Ambiental , **El PET y su situación actual en el Distrito Federal**, México 2000. Pág. 1-30  
<http://www.sma.df.gob.mx/sma./rgaasr/pet/03aspectos.htm>
- INNOPACK, **Preforma y Botella PET**, Innopack, México 1999. Pág. 1, 2, 3, 4.  
<http://www.innopack.com.mx/esp/producto.htm>
- KIMPET, Grupo Kimex, Lic. Jorge Larrañaga, Lic. Juan Pablo Fontanes, **PET**, México 2001. Pág. 1, 2, 3.

- FIPMA, **Los tipos de plástico y cómo reconocerlos**, 2001. Pág. 1, 3, 4, 5, 7, 8  
[http://www.fipma.org/sumario/tiposy\\_rec.htm](http://www.fipma.org/sumario/tiposy_rec.htm)
- Barramedasoft Corporation, **Cuánto tiempo tarda la naturaleza en transformar...?**, Argentina 2000. Pág.1, 2  
<http://www.barrameda.com.ar/articulo/resid.002.htm>
- Envases y Algo Mas, S.A. de C.V. , **Envases y algo más ...** México, Noviembre 2001. Pág. 1, 2  
<http://www.algomas.com.mx/nueva/empresa.htm>
- Jan Mc. Harry, **Reducir, Reutilizar y Reciclar**, España 2000. Parte III del libro.
- Ide-e, Artículo: **Premios a Multipack para Botellas PET**, Julio, Agosto 2001. Pág.1
- MERCOSUR/GMC/RES. N° 25/99, **Reglamento Técnico MERCOSUR sobre envases de PET multicapa (Único uso) destinados al envasado de bebidas analcohólicas carbonatadas**, Paraguay, Año 1999, Pág. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
- SIDEL, **Manual de Máquinas Sopladoras**, SIDEL, Brasil, Agosto 1998. Pág. 1, 2, 15, 27, 40, 43, 44, 60, 103-107, 122-126, 180-188.
- SIDEL, **Manual Técnico SBO L/R**, SIDEL, Francia, Junio, 1994. Pág. 1, 3, 5, 15, 20, 30-50.
- SIDEL, **Manual Técnico SBO 4/6 N° 346** , SIDEL, Francia, Diciembre 1997. Pág. 4, 5, 8, 10, 12, 21, 35-55.

- **SIDEL, Manual Técnico SBO 8**, SIDEL, Francia, Diciembre 2000. Pág. 4, 6, 7, 8, 9, 15, 18, 21-26.
- **HUSKY, Guia del usuario de la Husky Injection Molding Sistem Ltd, Máquina PET de Serie G**, Canadá, 1998 Pág 2, 3, 6, 12, 21, 32, 50.
- **San Miguel Industrial S.A., Guía de Laboratorio Físico – Poliésteres, PET**, Perú 1999. Pág. 6, 7, 8, 10, 12, 15, 23.
- **San Miguel Industrial S.A., Especificaciones de preformas**, Perú, Diciembre 1999 . Pág. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10.
- **San Miguel Industrial S.A.,Principios de Calidad**, Perú, 1999.Pág. 1, 2, 3, 4.
- **San Miguel Industrial S.A.,Programa 5 “S”**, Perú 1999. Pág. 1, 3, 5, 7, 9, 11.

## **APENDICES**

### **A.1 LOS TIPOS DE PLASTICO Y COMO RECONOCERLOS**

#### **Características, usos y aplicaciones**

Los plásticos son materiales que permiten infinidad de usos y aplicaciones, al igual que otros materiales. PLÁSTICO es el nombre genérico, ya que existen diferentes tipos de materiales plásticos y cada día se descubren nuevas aplicaciones. Es difícil encontrar una industria que no utilice algún tipo de plástico en sus productos, en construcción, agricultura, medicina, informática, automotriz, alimentación y tantas como se les ocurra.

Con el fin de favorecer el conocimiento de los distintos materiales plásticos, especialmente en el momento de su clasificación, la Sociedad de Industrias Plásticas de los Estados Unidos (SPI) ha difundido un código de identificación de uso corriente a nivel internacional.

El sistema identifica solamente a seis materiales plásticos, son los más difundidos y con ellos se fabrican casi todos los productos que el público conoce.

## **PET (Poli(Etilen Tereftalato))**



### **CARACTERÍSTICAS:**

Se produce a partir del Ácido Tereftálico y Etilenglicol, por policondensación; existiendo tres tipos: grado textil, grado botella y grado film.

Para el grado botella se lo debe post condensar, existiendo diversos colores para estos usos.

### **USOS Y APLICACIONES:**

Algunos usos y aplicaciones del PET son: Envases de gaseosas - Aceites - Agua mineral - Frascos para mayonesa - Salsa - Fibras textiles - Cintas de vídeo y audio - Películas radiográficas y muchas más.

### **VENTAJAS Y BENEFICIOS:**

Barrera a los gases - Transparente - Irrompible - Liviano - No tóxico.

## **PEAD (Polietileno de Alta Densidad)**



### **CARACTERÍSTICAS:**

El polietileno de Alta Densidad es un termoplástico fabricado a partir del Etileno, elaborado a partir del etano, un componente del gas natural.

### **USOS Y APLICACIONES:**

Envases para detergentes - Lavandina - Aceites automotor - Lácteos - Cajones Baldes - Tambores - Caños para agua potable, gas, telefonía, minería y uso sanitario - Bolsas para supermercados - Bazar y menaje y muchas más.

### **VENTAJAS Y BENEFICIOS:**

Resistente a las bajas temperaturas - Irrompible - Impermeable - No tóxico.

### **PVC (Poli(Cloruro de Vinilo))**



#### **CARACTERÍSTICAS:**

El PVC se produce a partir de dos materias primas naturales, gas 43% y sal común 57%.

.Para su procesado es necesario fabricar compuestos con aditivos especiales, que permiten obtener productos de variadas propiedades para gran número de aplicaciones. Se obtienen productos rígidos o totalmente flexible.

#### **USOS Y APLICACIONES:**

Envases para agua mineral - Aceites - jugos - Mayonesas - Perfiles para marcos de puertas, ventanas - Caños para desagües domiciliarios y de redes - Mangueras - Tuberías- Blisters - Catéteres - Bolsas para sangre y muchas más.

#### **VENTAJAS Y BENEFICIOS:**

Ignífugo - Resistente a la intemperie - No tóxico - Impermeable - Irrompible

### **PEBD (Polietileno de Baja Densidad)**



#### **CARACTERÍSTICAS:**

Se produce a partir de gas natural y se procesa de diferentes formas, es de gran versatilidad y solo o en conjunto con otros materiales se utiliza en gran variedad de envases y en múltiples aplicaciones.

#### **USOS Y APLICACIONES:**

Bolsas de todo tipo - Películas para el agro - Envasamiento automático de alimentos - Bolsas para sueros - Tubos y pomos para cosméticos, medicamentos y otras industrias - tuberías para riego.

#### **VENTAJAS Y BENEFICIOS:**

No tóxico - Flexible - Liviano - Impermeable - Económico - Transparente.

## PP (Polipropileno)



### CARACTERÍSTICAS:

El polipropileno (PP) es un termoplástico que se obtiene por polimerización del Propileno. Los copolímeros se forman agregando Etileno durante el proceso. El PP es un plástico rígido, de alta cristalinidad y elevado punto de fusión, excelente resistencia química y el de más baja densidad.

### USOS Y APLICACIONES:

Películas/film para diferentes envases, cigarrillos, chicles, golosinas - Jeringas descartables - Tapas en general - Fibras para tapicería - Alfombras - Cajas de baterías - Paragolpes - Autopartes - Caños para agua caliente.

### VENTAJAS Y BENEFICIOS:

Resistente a la temperatura - Barrera a los aromas - No tóxico - Irrompible.

## PS (Poliestireno)



### CARACTERÍSTICAS:

PS Cristal: Es un polímero de Estireno monómero derivado del petróleo, cristalino y de alto brillo..

PS Alto Impacto: Es un polímero de Estireno monómero con oclusiones de Polibutadieno que le confiere alta resistencia al impacto.

### USOS Y APLICACIONES:

Potes para lácteos, helados, dulces - bandejas de supermercados y rotiseria - Heladeras - contrapuestas y anaqueles - máquinas de afeitar descartables - Platos, cubiertos - juguetes - Cassettes - aislantes.

### VENTAJAS Y BENEFICIOS:

Ignífugo - No tóxico - Transparente - Irrompible - Fácil limpieza.

## Otros Plásticos



### CARACTERÍSTICAS:

En este rubro se incluyen una enorme variedad de plásticos tales como: Policarbonatos (PC); Poliamidas (PA); Poliuretanos (PU); Acrílicos (PMMA) y varios más, ya que se puede desarrollar un tipo de plástico para cada aplicación específica.

### USOS Y APLICACIONES:

Autopartes - Carcazas de computación - Teléfonos: celulares y electrodomésticos en general - Piezas para ingeniería aeroespacial - Muebles - Accesorios náuticos y deportivos - Carteles y publicidad, y un sinnúmero de aplicaciones más.

**A.2 MERCOSUR /GMC/ RES N°25/99****REGLAMENTO TECNICO MERCOSUR SOBRE ENVASES DE PET MULTICAPA (ÚNICO USO) DESTINADOS AL ENVASADO DE BEBIDAS ANALCOHÓLICAS CARBONATADAS.**

VISTO: El Tratado de Asunción, el Protocolo de Ouro Preto, las Resoluciones N° 56/92, N° 91/93, N° 95/94, N° 152/96 y N° 38/98 del Grupo Mercado Común y la Recomendación N° 66/97 del SGT N°3 “Reglamentos Técnicos y Evaluación de la Conformidad”.

CONSIDERANDO:

Que habiéndose fijado en el Apartado 9 de la Resolución GMC 56/92 que se podrán estudiar procesos tecnológicos especiales de obtención de resinas a partir de materiales reciclables.

Que es conveniente disponer de una reglamentación común sobre los envases de PET multicapa (único uso) destinados al envasado de bebidas analcohólicas carbonatadas.

EL GRUPO MERCADO COMÚN

RESUELVE:

Art. 1° - Aprobar el “Reglamento Técnico MERCOSUR sobre Envases de Pet Multicapa (único uso) Destinados al Envasado de Bebidas Analcohólicas Carbonadas ”, en sus versiones en español y portugués, que consta como Anexo y forma parte de la presente Resolución.

Art. 2° - Lo establecido en el Art. 1° no se aplicará obligatoriamente a los envases para bebidas analcohólicas carbonatadas destinados a la exportación a terceros países.

Art. 3° - Los Estados Partes pondrán en vigencia las disposiciones legislativas, reglamentarias y administrativas necesarias para dar cumplimiento a la presente.

Resolución a través de los siguientes organismos:

Argentina:

Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos  
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación  
Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria.  
Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV).

Ministerio de Salud y Acción Social  
Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica.  
Instituto Nacional de Alimentos.

Brasil:

Ministério da Saúde

Paraguay:

Ministerio de Industria y Comercio  
Instituto Nacional de Tecnología y Normalización (INTN)  
Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social  
Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición (INAN).

Uruguay:

Ministerio de Salud Pública (MSP).

Art. 4º - El presente Reglamento Técnico se aplicará en el territorio de los Estados Partes, al comercio entre ellos y a las importaciones extrazona.

Art 5º - Los Estados Partes del MERCOSUR deberán incorporar la presente Resolución a sus ordenamientos jurídicos internos antes del día 10 de setiembre de 1999

XXXIV GMC – Asunción, 10/VI/99

REGLAMENTO TÉCNICO MERCOSUR PARA ENVASES DE ÚNICO USO DE POLIETILENTEREFTALATO - PET - MULTICAPA DESTINADOS AL ENVASADO DE BEBIDAS ANALCOHÓLICAS CARBONATADAS

1. El presente reglamento establece las condiciones generales y los criterios de evaluación de envases de polietilentereftalato - PET - multicapa para bebidas analcohólicas carbonatadas y su proceso de fabricación.
2. Los envases de PET multicapa satisfacerán los requisitos de aptitud sanitaria establecidos en la legislación MERCOSUR, y deben ser compatibles con la bebida que van a contener.

Estos envases deberán ser autorizados / aprobados ante la Autoridad Sanitaria Competente, siguiendo los procedimientos establecidos, declarando que son envases multicapa de un único uso.

Además, no deberán ceder sustancias ajenas a la composición propia del plástico que constituye la capa intermedia reciclada, en cantidades que impliquen un riesgo significativo para la salud humana o una modificación inaceptable de las características sensoriales de los productos envasados.

3. A los efectos de este reglamento se considera:
  - 3.1. Envase de PET multicapa: envase obtenido por el proceso de coinyección - soplado, constituido por una capa externa de PET virgen, una capa intermedia de PET reciclado y una capa interna “barrera funcional” de PET virgen.

- 3.2. PET post-consumo: material de PET proveniente de envases para alimentos retornables y no retornables post-consumo.
- 3.3. PET de descarte industrial: obtenido de preformas o de envases no usados.
- 3.4. Proceso de fabricación de botellas de PET multicapa: es el proceso que involucra las dos etapas que se describen a continuación:

**Etapas A:** consiste en la valorización y descontaminación de PET post-consumo y de descarte industrial mediante las siguientes operaciones unitarias: selección, molienda del PET recolectado, lavado, secado y cristalización de los copos.

**Etapas B:** fabricación de las botellas de PET multicapa a partir de los copos de PET reciclado y de PET virgen.

Se entiende que las etapas A y B pueden ser efectuadas por una única empresa o que la industria que fabrica los envases multicapa o sus preformas puede comprar los copos de PET reciclado de terceros, siempre que se garantice la calidad del producto final.

4. La comprobación de que la etapa A generó copos secos de PET reciclado aptos para la fabricación de preformas compatibles con su utilización en la fabricación de envases de PET multicapa, debe ser verificada a través de las siguientes determinaciones, cuyos límites y metodología están establecidos en la reglamentación correspondiente:
  - 4.1. pH del extracto acuoso.
  - 4.2. solubles en ácido clorhídrico.
  - 4.3. cenizas.

4.4. contenido de volátiles.

4.5. viscosidad intrínseca.

5 La habilitación de los establecimientos proveedores de copos de PET reciclado para envases de PET multicapa de único uso para bebidas analcohólicas carbonatadas y la aprobación del proceso empleado por la empresa son de incumbencia de la Autoridad Sanitaria Competente, que a su criterio podrá inspeccionar el establecimiento. Se requerirá que estas empresas dispongan de:

5.1. Instalaciones y equipamientos adecuados para el acondicionamiento y procesamiento del PET post-consumo y de descarte industrial.

5.2. Personal específicamente entrenado para actuar en todas las fases del proceso.

5.3. PET post-consumo proveniente de sistemas de recolección de materiales reciclables que garanticen niveles aceptables de contaminación física y química del material, generando copos de acuerdo al ítem 4. de este reglamento.

5.4. Procedimientos escritos y sus registros de aplicación sobre buenas prácticas de manufactura.

5.5. Flujograma detallado del proceso y sistema de monitoreo del mismo.

5.6. Registro de origen e identificación del PET post-consumo y de descarte industrial.

5.7. Registro de los resultados del control del proceso.

5.8. Registro del destino de los lotes de su producción.

6. La habilitación de los establecimientos productores de envases de único uso de PET multicapa para bebidas analcohólicas carbonatadas y la aprobación del proceso empleado por la empresa

son de incumbencia de la Autoridad Sanitaria Competente, que a su criterio podrá inspeccionar el establecimiento. Se requerirá que estas empresas dispongan de:

- 6.1. Instalaciones y equipamientos adecuados para la fabricación de envases de PET multicapa.
  - 6.2. Personal específicamente entrenado para actuar en todas las fases del proceso de fabricación.
  - 6.3. Procedimientos escritos y sus registros de aplicación sobre buenas prácticas de manufactura.
  - 6.4. Flujograma detallado del proceso indicando los puntos críticos de riesgo para la salud y el sistema de monitoreo del mismo.
  - 6.5. Procedimiento de control del proceso de fabricación de envases de PET multicapa que permitan la validación del mismo.
  - 6.6. Registro de los resultados del control del proceso.
  - 6.7. Registro de los resultados del control de los espesores de las capas interna (barrera funcional) e intermedia (reciclada) de los envases y de la evaluación de la uniformidad de las mismas.
  - 6.8. Registro del destino de los lotes de su producción.
  - 6.9. Registro de la cantidad de descarte industrial generado en la producción y destino del mismo.
7. Los envases de PET multicapa deben cumplir con los siguientes requisitos específicos:
- 7.1. El espesor de la capa barrera funcional debe ser mayor que 25 micrones.
  - 7.2. El espesor de la capa de PET reciclado debe ser menor que 200 micrones.
  - 7.3. La vida útil del producto envasado no debe ser superior a un año.

- 7.4. Deben ser utilizados solamente en condiciones de llenado y conservación a temperatura ambiente o menor.✓
  - 7.5. Deben ser usados solamente para contener bebidas analcohólicas carbonatadas.
8. Las determinaciones de espesor y la evaluación de la uniformidad de las capas deben ser realizadas en varias secciones tomadas de diferentes zonas del envase, como mínimo en la sección de menor espesor de acuerdo con el diseño de aquél.

Las probetas se cortarán con una lámina afilada de forma de evitar, tanto como sea posible, deformaciones en la región de corte.

Las mediciones de espesor y la evaluación de la uniformidad de las capas se efectuarán con instrumento óptico adecuado.

9. En la rotulación de los productos envasados en botellas de PET multicapa, además de lo establecido por la legislación vigente deberá ser incluida la expresión: “ENVASE PARA USO EXCLUSIVO DE BEBIDAS ANALCOHÓLICAS CARBONATADAS”.