



10521
3

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

"CALIDAD EN LAS ORGANIZACIONES (EMPRESAS E INSTITUCIONES DE PRODUCCIÓN Y DE SERVICIOS).
APLICACIÓN DE LA CASA DE CALIDAD PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ENVASES DE VIDRIO".

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

P R E S E N T A :

JORGE CONTRERAS GONZÁLEZ

ASESOR: ING. JUAN RAFAEL GARIBAY BERMÚDEZ.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉXICO.

2003

A



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

U. N. A. 12

10 DE JULIO DE 2002

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijares
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

"Calidad en las Organizaciones (Empresas e Instituciones de
Producción y de Servicios). Aplicación de la Casa de Calidad
Para la Administración del Proceso de Fabricación de Envases
de Vidrio".

que presenta el pasante: Jorge Contreras González

con número de cuenta: 001205-5 para obtener el título de :
Ingeniero Químico

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 5 de Julio de 2002.

MODULO

PROFESOR

FIRMA

<u>I</u>	<u>Dr.</u>	<u>Frida María León Rodríguez</u>
<u>II</u>	<u>Ing.</u>	<u>Juan Rafael Garibay Bermúdez</u>
<u>III</u>	<u>Dr.</u>	<u>Armando Aguilar Márquez</u>

Frida León
[Firma]
B

A MIS PADRES

Por el gran apoyo, la paciencia y la comprensión que me han
brindado toda mi vida.
gracias

A MIS HERMANOS

José, Leticia y Roberto por su inolvidable ayuda.
gracias

Y SOBRE TODO A DIOS

Gracias por ser guía en mi camino, luz en mi oscuridad, tus
bendiciones y bondades concedidas a lo largo de toda mi vida, me
han llevado a ser la persona que tu quieres que sea.
gracias

A MIS COMPAÑEROS

Con los que conviví, estudié, me divertí y maduré.
gracias

A MIS MAESTROS

De quienes recibí, no solo conocimientos, sino una educación.
gracias

A LA UNIVERSIDAD

Que me brindó la oportunidad y los medios para prepararme; los
cuales he aprovechado, y se que me servirán para desarrollarme
profesionalmente, para servir a la sociedad y para poner en alto
el nombre de esta institución.
gracias

A MI ASESOR

Aprovecho este espacio para expresarle mi agradecimiento por la
paciencia que me ha brindado desde el comienzo del curso y por el
tiempo dedicado a revisar mi trabajo.
gracias

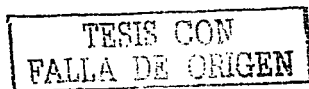
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ÍNDICE

OBJETIVOS	3
INTRODUCCIÓN	4
CAPÍTULO I DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA DEL VIDRIO	5
1.1 HISTORIA DE LA INDUSTRIA DEL VIDRIO.....	6
1.2 COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES FÍSICAS DEL VIDRIO.....	11
1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	20
1.4 CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA FORMADORA DE ENVASES.....	25
1.5 LUBRICACIÓN DE MOLDURA.....	26
1.5.1 ENFRIAMIENTO DE MOLDURA.....	27
1.6 ALIMENTADOR.....	28
1.6.1 SISTEMA DE COMBUSTIÓN.....	29
1.6.2 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.....	31
1.7 FABRICACIÓN DE ARTICULOS BOCA ANGOSTA.....	32
1.8 FABRICACIÓN DE ARTICULOS BOCA ANCHA.....	36
1.9 TRATAMIENTOS EN CALIENTE DEL ENVASE.....	37
1.10 TRATAMIENTOS TÉRMICOS DEL ENVASE.....	39
1.10.1 PROCESO DE RECOCIDO.....	39
1.10.2 PROCESO DE TEMPLADO.....	40
1.11 DEFECTOS EN LOS ENVASES.....	46

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO 2	DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (QFD)	50
2.1	FILOSOFÍA DEL QFD.....	51
2.2	ETAPAS BÁSICAS DEL QFD.....	52
2.3	PASOS BÁSICOS PARA DESARROLLAR EL QFD.....	54
CAPÍTULO 3	QFD PARA UNA EMPRESA FABRICANTE DE ENVASES DE VIDRIO	60
3.1	IDENTIFICAR LAS NECESIDADES DEL CLIENTE.....	61
3.2	IDENTIFICAR LAS NECESIDADES TÉCNICAS.....	68
3.3	RELACIONAR LAS NECESIDADES DEL CLIENTE CON LAS NECESIDADES TÉCNICAS.....	69
3.4	LLEVAR A CABO UNA EVALUACIÓN DE MERCADO Y PUNTOS CLAVE DE VENTA.....	70
3.5	EVALUAR LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LA COMPETENCIA Y DESARROLLAR OBJETIVOS.....	71
3.6	DETERMINAR QUE REQUERIMIENTOS TÉCNICOS SERAN DESPLEGADOS EN EL RESTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.....	71
CONCLUSIONES.....		73
APÉNDICE.....		75
BIBLIOGRAFÍA.....		76



OBJETIVOS

GENERALES

- Incrementar el conocimiento en el desarrollo del despliegue de la función de la calidad en las empresas fabricantes de envases de vidrio.
- Colaborar en la difusión de los requerimientos para llevar a cabo el despliegue de la función de calidad en una empresa fabricante de envases de vidrio.
- Colaborar en la difusión del conocimiento del Despliegue de la Función de Calidad para las industrias del vidrio.

PARTICULARES

- Describir los antecedentes de la industria del vidrio, además de hacer referencia a las propiedades físicas y químicas del vidrio.
- Describir el proceso de fabricación de envases de vidrio usado en la actualidad.
- Obtener los requisitos de las necesidades del cliente para desarrollar la casa de la calidad en la fabricación de envases de vidrio.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCIÓN

Se hace referencia a la historia de la fabricación del vidrio, desde sus inicios hasta la actualidad, haciendo una descripción de las diferentes culturas que desarrollaron algunas técnicas en la elaboración de piezas de vidrio.

Se describe brevemente la composición y las propiedades físicas y químicas del vidrio. En esta parte se mencionan las principales materias primas utilizadas en la fabricación del vidrio y su selección dependiendo del uso que se le vaya a dar al envase.

Se describen los principales procesos de fabricación de envases de vidrio, para lo cual la selección del proceso va a depender de la forma y peso del envase a ser fabricado. Se hace mención de las máquinas formadoras de envases, sus características de operación y los tipos de envases que se pueden fabricar en cada una, además se describen los tratamientos térmicos del envase como son el proceso de recocido y templado. También se hace referencia al control de calidad en los envases de vidrio, la ubicación de defectos, clasificación de defectos y como corregir los defectos.

Se hace mención de la filosofía del QFD así como de las etapas básicas para el despliegue; se explica brevemente los requisitos que se deben reunir, así mismo el procedimiento de elaboración de la casa de la calidad.

Se obtiene la información para llevar a cabo el despliegue de función de calidad en cuanto a las necesidades del cliente, las necesidades técnicas y evaluación del mercado para el desarrollo de la casa de la calidad para fabricación de envases de vidrio.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO 1.

DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA

DEL VIDRIO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

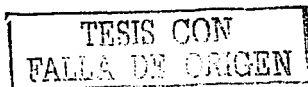
1.1 HISTORIA DE LA INDUSTRIA DEL VIDRIO

Edad Antigua

La industria del vidrio, como la de la cerámica, es una de las más antiguas. El descubrimiento del vidrio se debió, tal vez, a un accidente en la cocción de ladrillos o utensilios de barro. Según parece, en Egipto fue donde aparecieron las primeras manifestaciones de la fabricación del vidrio. Se han encontrado pinturas que muestran la fusión y el soplado del vidrio, y que datan del año 2500 antes de nuestra era.

Los objetos de vidrio más antiguos fueron collares; aunque los recipientes de vidrio aparecen por primera vez antes del año 1500 a. C. Los artesanos asiáticos establecieron la industria del vidrio en Egipto, es aquí donde aparecen los primeros recipientes durante el reino de Thutmose III (1504-1450 a. C.). Los egipcios obtuvieron el vidrio básicamente de arena (SiO_2), que es el principal componente para producir vidrio, además utilizaron el natrón que es un residuo dejado por las inundaciones del río Nilo. El natrón está compuesto básicamente de carbonato de calcio (CaCO_3), soda ash (Na_2CO_3), sal (NaCl) y óxido de cobre (CuO). Los egipcios moldeaban sus figuras con arena y le aplicaban un recubrimiento de natrón, posteriormente calentaban por debajo de los 1000°C produciendo un recubrimiento vidriado por la difusión de los fundentes (CaO , Na_2O) dentro de la arena, finalmente se producía la reacción en estado sólido con la arena.

La producción del vidrio floreció en Egipto y Mesopotamia hasta el año 1200 a.C., entonces la producción cesó virtualmente por algunos siglos. En el siglo I a.C. se desarrolló la técnica del vidrio soplado que revolucionó la producción de vidrio.



Durante el reinado de Tiberio, al comienzo de nuestra era, existía ya una industria del vidrio en Roma. Esta industria substituyó a la egipcia. Constantino I llevó vidrieros de Roma a Bizancio, y así nació el vidrio bizantino.

Imperio Romano

Durante el imperio Romano el vidrio ya era más económico y más rápido de fabricar por lo que el mercado se extendió por todo el imperio Romano. Se desarrollaron nuevas técnicas dando más énfasis al color y diseño, para finales del siglo I d.C. el vidrio transparente había substituido al vidrio de color en el mercado. La estructura del imperio Romano permitió desarrollos extraordinarios en la fabricación del vidrio ya que la mayoría de las técnicas decorativas fueron desarrolladas por artesanos de la era Romana.

Algunos objetos conocidos que datan de la era Romana tienen una decoración muy detallada. Los objetos fueron pintados con escenas religiosas o históricas e incluso con un recubrimiento de oro entre dos capas de vidrio.

Edad Media

Durante la edad media los vidrieros del norte de Europa y de Gran Bretaña producían recipientes de uso común y algunos diseños nuevos. La producción del vidrio se limitó a objetos simples y piezas de ornamento. Durante la edad media el apoyo de la iglesia dió la pauta al desarrollo de nuevas técnicas y objetos, algunos ejemplos son los mosaicos y los ventanales. Los mosaicos se hacían con pequeños cubos de vidrio empotrados en cemento. Existen documentos del siglo VI donde se mencionan ventanas de vidrio en las iglesias y aunque existen actualmente ventanas del siglo XI, son consideradas las ventanas del siglo XIII y XIV las más finas.



Renacimiento al siglo XVIII

Los árabes crearon una industria del vidrio que fue la más importante del siglo XI al XIV. En el siglo XV la destruyó la veneciana, que Marco Polo dió a conocer en sus viajes: Venecia obtuvo el monopolio del vidrio. En el siglo XVI, Alemania rivalizó con Venecia: Nuremberg y Praga eran los centros principales de la industria germánica. En 1609, Gaspard Lehman inventó el grabado del vidrio. Triunfó entonces el vidrio de Bohemia. Al final del siglo XVIII había en Bohemia 70 fábricas de vidrio y 5000 vidrieros.

Aunque la producción de vidrio en Venecia ya se practicaba desde el siglo X, las piezas más antiguas conocidas datan del siglo XV. La industria vidriera veneciana se concentró en la isla de Murano, dominando el mercado europeo hasta el año de 1700. Los vidrieros venecianos hicieron su mayor aportación desarrollando vidrio con mejor refinado, mayor dureza y ductilidad. Al nuevo desarrollo se le dió el nombre de "Cristallo", el cual era muy transparente. Las primeras mercancías de "Cristallo" eran diseños simples y a veces eran decoradas con joyas.

Los fabricantes de vidrio de todo Europa intentaron copiar a los venecianos sus métodos de producción, materiales y vocabulario. El conocimiento fue transmitido a través de los mismos vidrieros, del libro "Arte del vidrio" por Antonio Neri (1612) y de los sopladores de vidrio Venecianos. Aunque estaba prohibido por las leyes de Venecia divulgar los secretos de la destreza, muchos vidrieros de Murano abandonaron Italia para desarrollar fábricas de vidrio en otra parte de Europa. Finalmente para el siglo XVIII la influencia italiana se debilitó debido al desarrollo de nuevas técnicas en Alemania e Inglaterra.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Continente Americano

En el año 1608 se desarrolló la primer industria en el continente americano, se construyó en Jamestown, Virginia. La primer cristalería exitosa fue Gaspar Wistar, que se estableció en el condado de Salem, New Jersey entre los años 1739 y 1777, donde inmigrantes alemanes produjeron envases, ventanas y mesas de vidrio con estilo alemán. En México las primeras industrias vidrieras se establecieron a finales del siglo XIX, principalmente en la ciudad de México y Monterrey. Para mediados del siglo XX la industria vidriera en México contaba ya con numerosas empresas dedicadas a la fabricación de diferentes productos.

Siglo XIX y XX

En el siglo XIX, importantes mejores técnicas desarrollaron la industria del vidrio y vulgarizaron sus productos (hornos, Siemens de gas, temple, vidrio irisado, etc.), y desde entonces los progresos técnicos en la fabricación no han cesado de aumentar.

La historia estilística del vidrio en el siglo XIX se denomina fácilmente por el rápido avance en la tecnología y por el rescate y adaptación de técnicas antiguas. El proceso de "Prensa" fue introducido en EE.UU., este proceso es barato y con tiempos de fabricación cortos, por lo que la industria se desarrolló rápidamente. Para 1840 se encontraban disponibles en el mercado objetos simples producidos por el proceso de prensado, esto ocasionó el desplazamiento en el mercado del vidrio más caro, obtenido por otros procesos más complicados. A principios del siglo XIX se rescataron varias técnicas romanas y fueron adaptadas a los procesos modernos. En 1880 los vidrieros desarrollaron nuevas técnicas en la fabricación de objetos hechos a mano, para esto se apoyaron en las técnicas rescatadas de la antigüedad y en el desarrollo de la tecnología química. Estos objetos eran principalmente decorativos y de diseño novedoso.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Después de la primera guerra mundial se tenía interés en el desarrollo de nuevas texturas y para el año 1930 se desarrolló un vidrio muy transparente.

Una nueva era surge a principios de 1960 con el movimiento de "Vidrio de estudio", promovido por Harvey Littleton y Dominick Labino. Los hornos de los estudios son más pequeños, por lo que los vidrieros utilizan el vidrio como medio artístico. Este movimiento ha permitido el desarrollo de diseños esculturales y de técnicas decorativas en todo el mundo.

Definición. Se llama VIDRIO a un producto inorgánico obtenido por fusión y que se ha enfriado, sin cristalizar, hasta adquirir un estado rígido. Químicamente es una mezcla de polisilicatos alcalinos, alcalinoterreos, o de plomo y otros constituyentes. Ordinariamente se presenta como una masa amorfa, transparente, translúcida u opaca, de densidad baja, cuyo punto de fusión es de unos 1400° C (antes pasa por un estado pastoso).

El temple modifica su elasticidad, origina la doble refracción y aumenta su dureza; calentado largo tiempo, el vidrio se desvitrifica, se vuelve cristalino y adquiere aspecto de porcelana (porcelana de Réamur); el agua y los ácidos lo atacan lentamente y le arrebatan las bases alcalinas; los álcalis, cuyo ataque es más fuerte, hacen desaparecer la sílice; el ácido fluorhídrico lo disuelve totalmente.

CLASIFICACION

Según lo expuesto se puede dividir los vidrios en:

Vidrio de sílice. Obtenido sin fundente sílice pura, de gran resistencia térmica y química.

Vidrios de una sola base o alcalinos (potasa o sosa). Son los vidrios solubles, sólo utilizados como disoluciones.

Vidrio potásico-cálcico. Comprende el vidrio de Bohemia empleado en la fabricación de objetos de adorno y el crown.

Vidrio sódico-cálcico. Es el vidrio de ventanas, lunas y cristalería ordinaria de mesa.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.2 COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES FÍSICAS DEL VIDRIO.

Composición

El vidrio es una sustancia amorfa formada principalmente por sílice (SiO_2) fundida a altas temperaturas con boratos o fosfatos. El vidrio también se encuentra en la naturaleza como material volcánico (obsidiana) y como materiales raros llamados "Tektitas". Las definiciones del vidrio más comúnmente usadas son: "El vidrio es una sustancia inorgánica, producto de una fusión que ha sido enfriada en condiciones críticas, sin cristalizar", de igual forma, "El vidrio es una sustancia inorgánica en una condición que es continua y análoga al estado líquido de tal sustancia, pero que es el resultado del cambio reversible en la viscosidad durante el enfriamiento, en el que ha alcanzado rigidez y un alto grado de viscosidad como para ser utilizado en todos los propósitos prácticos.

El vidrio es un material amorfo, es decir, sus unidades moleculares tienen un arreglo desordenado pero con suficiente cohesión para producir rigidez mecánica. El vidrio es enfriado al estado rígido sin llegar a la cristalización; el calor puede llevar al vidrio al estado líquido.

En la figura 1, se puede observar: (a) la representación de una figura cristalina ideal (Si-O-Si con un ángulo de enlace = 180°), (b) un vidrio simple (Si-O-Si con un ángulo de enlace = $144^\circ + \alpha$, donde α es la fracción de enlace con ángulos normalizados al ángulo más probable), (c) representación de cuatro átomos oxígenos alrededor de un átomo de silicio.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

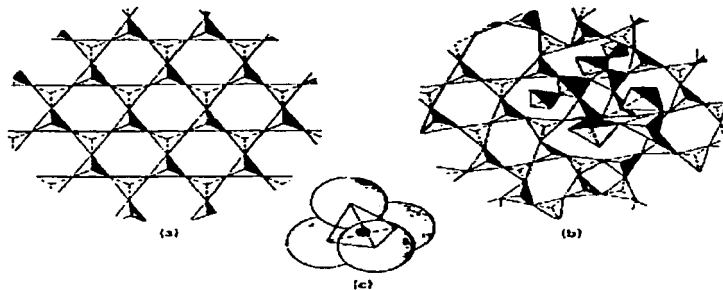


Figura 1. Representación gráfica de la estructura de sílice

Las materias primas son seleccionadas de acuerdo a la pureza, propiedades, costo, etc. La arena es el ingrediente más común para la producción de vidrio por su alto contenido de sílice. Las condiciones favorables para la formación del vidrio van a depender de la fuerza y geometría del enlace, basándose en lo anterior también los siguientes compuestos son utilizados por la industria para la formación del vidrio: B_2O_3 , SiO_2 , GeO_2 , P_2O_5 , As_2O_3 , P_2O_3 , As_2O_3 , Sb_2O_3 , V_2O_5 , Sb_2O_5 , Nb_2O_5 , y Ta_2O_5 . Además del sílice y otros óxidos se utiliza: Na_2CO_3 (comercialmente conocido como Soda-Ash), $CaCO_3$ (conocida comercialmente como calcita), Feldespato, Cullet (vidrio roto o reciclado), agua e ingredientes menores como colorantes.

La Soda-Ash se agrega junto con agua como agente fundente, el feldespato se agrega para mejorar las propiedades mecánicas del vidrio, el Cullet se agrega para promover la fusión y la homogeneización en el horno. El vidrio es transparente normalmente, pero también puede ser translúcido u opaco. Las impurezas de las materias primas afectan el color del vidrio.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para obtener un vidrio transparente se agrega manganeso, esto para contrarrestar los efectos que producen los rastros férricos como son el color verde o ámbar. Existen algunos compuestos utilizados para dar color: azul (Co_3O_4 , Cu_2O , B_2O_3), ámbar (Na_2S), verde (Cr_2O_3 , V_2O_5 , Fe_2O_3), negro (Co_3O_4 , óxidos de Mn, Ni, Fe, Cu, Cr).

La preparación de la materia prima va a depender de la interacción de los materiales del lote, se debe tener extremo cuidado en la adquisición de los materiales con un tamaño óptimo de partícula. Los materiales deben pesarse cuidadosamente y el proceso de mezclado debe ser eficiente. La uniformidad y la calidad del producto van a depender de la eficiencia en la operación de mezclado. El método utilizado para el mezclado va a depender del tipo de vidrio y de las condiciones de operación como son: equipo, materia prima, tamaño de partícula, etc.

El lote es humedecido con agua (3-4%) con la finalidad de prevenir la segregación, controlar la contaminación del aire, asegurar la homogeneidad y por lo tanto mejorar la eficiencia de fundido, ésta operación se realiza en un tiempo de 3 a 8 minutos antes de cargar al horno. La homogeneidad de la carga hace el fundido más eficiente ya que todos los materiales están en contacto más íntimo y en una proporción correcta.

Idealmente, cuando la materia prima tiene un proceso de mezclado eficiente y posteriormente se carga al horno, una serie de procesos se llevan a cabo: fundido, disolución, volatilización y reacciones óxido-reducción. Estos procesos se llevan a cabo en un orden particular y a una temperatura apropiada. La disolución de muchos materiales refractarios, tales como la arena es acelerada por adición de un fundente como Na_2CO_3 , por ejemplo:



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Esta reacción ocurre primero a 550°C y posteriormente se deposita una capa sobre las partículas de sílice, continuando la siguiente reacción, que ocurre a 700°C aproximadamente:



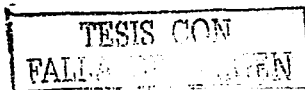
Finalmente a una temperatura de 780°C se forma una mezcla de líquido cutécnico ($3 \text{ Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5 + \text{SiO}_2$), que es una mezcla con menor punto de fusión. El proceso final en la fundición es eliminar las burbujas de gas formadas dentro del horno, éstas burbujas son producto de: (1) la descomposición de carbonatos o sulfatos, (2) aire atrapado entre las partículas de la materia prima, (3) agua, (4) cambio en el estado de oxidación de algunos materiales.

Propiedades Físicas

La viscosidad del vidrio determina los procedimientos de preparación, fundido y templado, además de que limita su uso a altas temperaturas. La viscosidad ha sido medida entre 10^{13} y 10 Pa.s (10^{14} y 100 Poise); a temperatura ambiente la viscosidad es mayor que 10^{19} (10^{20} Poise). El vidrio común es normalmente fundido y refinado hasta viscosidades entre 5 y 50 Pa.s (50 - 500 Poise), aunque el valor final de viscosidad va a depender de la aplicación. En el caso de los envases de vidrio la viscosidad debe estar alrededor de 10^3 Pa.s (10^4 Poise).

La expansión térmica de un vidrio determina el rango de materiales en los cuales puede ser utilizado, además afecta en la posibilidad de producir un choque térmico. Como todos los materiales, el vidrio se expande cuando se calienta y se contrae cuando se enfría.

La expansión lineal $\Delta L/L$, es el cambio de longitud por longitud inicial. Dependiendo del tipo de vidrio, generalmente la expansión es directamente proporcional a la temperatura hasta 300°C o más.



La constante de proporcionalidad de la función lineal expansión-temperatura, se le conoce como coeficiente de expansión térmica (α). El coeficiente de expansión térmica es por lo tanto constante entre 0 y 300°C para la mayoría de los vidrios, y es una propiedad utilizada como comparación (α_{0-300}). La curva volumen-temperatura es análoga a la curva de expansión lineal longitud-temperatura.

La densidad (ρ), que es una propiedad dependiente de la temperatura, es fácilmente calculada de la densidad a temperatura ambiente y el correcto coeficiente de expansión térmica. El valor máximo de temperatura utilizado para templar es la temperatura en la cual el vidrio comienza a fluir o ablandarse (aprox. 10^{15} Poise).

A temperatura ambiente, el intervalo de valores de conductividad térmica del vidrio va de 0.67 a 1.21 W/(m.K). El vidrio más común se encuentra en los valores más altos de conductividad. El intervalo de conductividad para vidrio cerámico va de 1.7 a 3.8 W/(m.K). A una temperatura promedio de 200°C los valores se incrementan en un 25%, a 500°C, la conductividad se incrementa rápidamente por la radiación del vidrio.

La difusión de un gas a través del vidrio es de crucial importancia para algunos sistemas de alto vacío. Esta propiedad fue muy importante con la llegada de las lámparas de alta densidad de halógeno-tungsteno. Las lámparas contienen gas a presión por mucho tiempo a altas temperaturas. La difusión varía con la temperatura, tipo de vidrio, composición del vidrio y el gas. La difusión del gas a través del vidrio es proporcional al tiempo, el área del vidrio y la diferencia de presión, y es inversamente proporcional al espesor del vidrio.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Propiedades mecánicas

Por su estructura amorfa, el vidrio tiene regular resistencia a la abrasión, y está muy cerca de la perfección elástica. Por otro lado, el vidrio no tiene planos cristalográficos, los cuales se desplazan relativamente uno con otro, y entonces permite que el material se deforme cuando se aplica una fuerza.

El vidrio se deforma elásticamente hasta que se rompe en proporción directa a la fuerza aplicada. El módulo de Young (E) es la constante de proporcionalidad entre la fuerza aplicada y la fuerza resultante, el valor más común es 70 Gpa (10^7 psi). Un vidrio con un valor alto de módulo, es un vidrio que tiene enlaces más fuertes, o sus átomos más juntos por lo que es más resistente a la ruptura.

El vidrio se usa en la industria eléctrica o electrónica como aislante, recubrimiento de lámparas, tubos de rayos catódicos, componentes de microcircuitos, etc. Normalmente el vidrio tiene una alta resistencia eléctrica, baja pérdida dieléctrica y bajo factor de potencia. Cuando se aplica una corriente eléctrica a un objeto de vidrio, una corriente mínima fluye, parte sobre la superficie y parte por el interior.

Estabilidad química.

La resistencia a la corrosión es con frecuencia la razón más importante para usar vidrio. La durabilidad de un vidrio varía por su alta solubilidad y de su alta durabilidad. La durabilidad depende de su composición y el solvente considerado. Las comparaciones se basan en la pérdida de peso, cambios en las características de la superficie y análisis en las soluciones que estuvieron en contacto con el vidrio.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La reacción de los ácidos con el vidrio puede ser por los procesos de lixiviación o por disolución completa. El ácido fluorhídrico ataca los vidrios de sílice, disolviendo la red de sílice. Otros ácidos como el ácido nítrico y el ácido clorhídrico pueden disolver cierto tipo de vidrio, aunque más frecuentemente éstos reaccionan por una extracción selectiva de alcalinos y por la sustitución de protones en un proceso de difusión controlada.

El coeficiente de temperatura de la reacción de lixiviación se incrementa 1.5 veces por cada 10°K de aumento de temperatura. La velocidad de disolución se incrementa 2.5 veces por cada 10°K de incremento en la temperatura.

Para soluciones alcalinas fuertes, la velocidad de ataque se incrementa al doble por cada 10°K de incremento en la temperatura o cada unidad de pH. El ataque del agua al vidrio está descrito por el mecanismo de lixiviación similar al de los ácidos. Los vidrios con mayor resistencia al ataque del agua son los que tienen poca cantidad de alcalinos y mayor cantidad de alúmina. El desgaste del vidrio es el resultado de la interacción con agua, dióxido de carbono y otros componentes atmosféricos. Primero el agua es absorbida por el vidrio y reacciona con los componentes alcalinos formando una solución de sales alcalinas, que si se deja en contacto con el vidrio puede causar daños a la superficie del vidrio.

Los vidrios ópticos se describen en términos de su índice de refracción en la línea de sodio D (589.3 nm), y por el valor de número de Abbe (v), el cual es una medida de la dispersión o la variación del índice con la longitud de onda [$v = (n_D - 1) / (n_F - n_C)$], en la cual n_D es el índice de refracción a la línea de hidrógeno F (486.1 nm) y n_C es el índice de refracción a la línea de hidrógeno C (656.3 nm).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Por ejemplo para vidrios utilizados en anteojos, tienen un valor de 523-586, esto significa que para estos vidrios $n_D = 1.523$ y $v = 58.6$. Los vidrios con índice n_D menores de 1.60 y un valor v de 55 o más se definen como vidrios "crown", aquellos cuyo valor v esta por debajo de 50 son definidos como vidrio "Flint". Este último es el que más se utiliza en la fabricación de envases de vidrio de color transparente.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE USAR VIDRIO

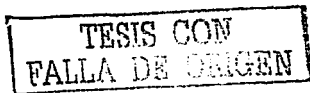
Ventajas

Es inerte al contacto con alimentos y fármacos en general, no se oxida, es impermeable a los gases y no necesita aditivos para conservar los alimentos envasados. En particular el vidrio usado para envases no presenta el fenómeno conocido como "migraciones" —de monómeros y aditivos— hacia el producto, hecho común al envasar en plásticos.

Es ideal para ser reutilizado pues resiste temperaturas de hasta 150° C, lo que facilita el lavado y la esterilización. Justamente el grosor de las botellas retornables de vidrio se justifica por la necesidad de que resista mejor el lavado, el rellenado, y el retapado, alargando la vida útil del envase.

* Es 100 % reciclable, no perdiéndose material ni propiedades en este proceso y posibilitando un importante ahorro de energía con relación a la producción a partir de la materia prima virgen necesaria para su elaboración: arena, ceniza de soda, caliza y feldespato.

* Cada tonelada de vidrio reciclado deja de usar aproximadamente 1.2 toneladas de materia prima virgen.



Desventajas:

* Hoy es uno de los materiales más costosos dentro de los usados para envases. Se ha tornado caro tanto en su producción, distribución y recuperación.

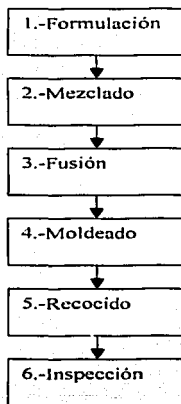
En el proceso de producción los envases de vidrio utilizan mucha energía. En la fase de distribución los envases de vidrio tiene un alto costo energético de transporte, pues estos envases son de los más pesados, demandando una importante fuerza motriz, en general muy contaminante al usar combustibles derivados del petróleo.

Su manipulación acarrea cierta peligrosidad porque se corren riesgos de rotura que pueden generar cortes y lastimaduras a distintas personas a lo largo del ciclo del vida del envase. En particular los funcionarios municipales encargados de la recolección de basura padecen estos accidentes cotidianamente, generando además del problema sanitario un importante incremento en el costo laboral de las intendencias.

Se estima que una botella de vidrio demora cientos de años en ser depurada por la naturaleza. En la medida que los envases de vidrio eran casi todos retornables, su inalterabilidad al paso del tiempo era una virtud. Pero si el envase es descartable, y además no se recupera, entonces esto sí es un problema

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.-Formulación:

Es conocido que la formulación para el vidrio, es susceptible a gran variedad de cambios en sus componentes y concentraciones para dar origen a una gran diversidad de vidrios. Es por ello que las materias primas utilizadas en la fabricación de envases necesitan de un control permanente de calidad para mantener las formulaciones correctas y detectar posibles contaminaciones.

2.-Mezclado:

Esta operación se inicia teniendo la composición porcentual que mejor se adapte a las necesidades del envase; se pesan los materiales en una forma correcta tal que den el volumen adecuado para el mezclador disponible, donde se mezclan y se adiciona una cierta proporción

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

de vidrio roto resultante de los desechos de producción (bajo las especificaciones de la composición final del producto terminado), la mezcla así preparada se manda a un silo determinado para alimentación de un horno de fusión correspondiente.

3.-Fusión:

En un horno se efectúa la transformación de las materias primas por fusión y combinación de las mismas a temperaturas que van de 1500-1600°C, el ciclo de fusión para una carga típica toma de 24-48 horas, este tiempo es el requerido para que todos los granos de arena se conviertan en un líquido claro, y el vidrio fundido se refine y enfríe a la temperatura apropiada de trabajo.

Después el vidrio pasa a los canales de acondicionamiento térmico los cuales están provistos de su propio sistema de calentamiento para regular gradualmente la temperatura de la masa vítrea. En el extremo de los canales esta el mecanismo que alimenta sincronizadamente a la máquina de elaboración.

Los tipos de hornos para fundir el vidrio pueden dividirse en los siguientes:

- 1) De crisol; crisoles cerámicos de limitada capacidad en los cuales se funde la masa calentando las paredes del crisol.
- 2) De tanques refractarios, que son recipientes con capacidad más grande para producción en lotes, cuyo calentamiento se hace con quemadores de combustible por encima de la carga.
- 3) De tanque refractario continuo, que son hornos de tanques largos en los cuales la materia prima se alimenta de un extremo y el material fundido avanza hacia el otro extremo, de donde sale listo para alimentar altas producciones.
- 4) Eléctricos, cuyos diversos diseños poseen una amplia variedad de velocidades de producción.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.- Moldado:

En el soplado de vidrio se incluyen varias secuencias de fabricación en uno o más pasos. Se realiza con equipo altamente automatizado, no como una operación manual. Hay dos métodos que a continuación se describen:

- a) Prensa-soplo; es una operación de prensado seguida de una operación de soplado. Se alimenta un pedazo de vidrio en el hueco de un primer molde donde por un sistema de compresión se obliga al vidrio a formar la boca del envase, tanto interna como externa y de inmediato la masa vítrea sufre un proceso de premoldeado; la pieza parcialmente formada, llamada "parison" es transferido al molde definitivo donde se produce el formado final por medio de soplado para completar la operación de fabricación del envase. En la operación de soplado se usa un molde hendido para remover la parte.
- b) Soplo-soplo; se usa para fabricar botellas de boca angosta. La secuencia es similar a la precedente, excepto que se usan dos o más operaciones de soplado en lugar de prensado y soplado. Se alimenta un trozo de vidrio en la cavidad de un molde invertido y se sopla aire para formar parcialmente la pieza, después se reorienta esta pieza y se transfiere a una cavidad más grande para soplarse al tamaño final.

El envase formado, es removido por los dedos de la sacadora a una placa de enfriamiento en donde permanece algún tiempo para concluir su fraguado, después de lo cual, es removido y depositado en una banda metálica o acarreador en el cual se transporta el envase al horno de recocido o templador.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.- Recocido:

El envase fabricado pasa a un proceso de recocido para eliminar las tensiones irregulares provocadas en la elaboración. Para ello se transfiere al horno de recocido o templador. En este horno, el envase es primero calentado (las temperaturas comunes de recocido son del orden de 500°C) hasta el punto que se eliminan las tensiones. Dicho punto es el denominado punto de recocido o "Annealing Point".

Luego el envase se enfría lentamente hasta adquirir suficiente rigidez que impida la formación de tensiones residuales. Estas se consiguen enfriando por debajo del denominado punto de tensión o "Strain Point". A partir de ahí se acelera el enfriamiento para que al salir del horno el envase pueda ser manipulado durante la inspección. Simultáneamente al recocido se aplican tratamientos en la superficie del envase, recubriéndolo con películas protectoras tipo poliéster o cloruro de estaño que incrementan su resistencia mecánica.

El recocido en las fábricas modernas de vidrio se realiza en hornos túneles llamados lehrs en donde el producto avanza lentamente sobre transportadores a través de la cámara caliente. Los quemadores se localizan solamente en el extremo frontal de la cámara, de manera que el vidrio experimenta el ciclo requerido de calentamiento y enfriamiento.

6.- Inspección:

El envase que sale es revisado para detectar los defectos visibles, controlarlo en sus dimensiones mediante patrones con calibre normalizado y probado en el laboratorio; con respecto a capacidad, peso, homogeneidad, grado de recocido, resistencia al choque térmico, resistencia a la presión interna, durabilidad química y otros requerimientos especiales que debe cumplir.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Defectos físicos que se pueden presentar en un envase de vidrio.

El fabricante de envases de vidrio debe reconocer que es posible fabricar un envase eficaz y barato respetando las exigencias de ligereza, bajo costo de moldeado y ausencia de defectos. Él también es responsable de que el recipiente se comporte de una forma adecuada en la cadena de embotellado, que sea fácil de lavar, de cerrar, y que tenga suficiente espacio de cabeza.

La confección de recipientes de vidrio requiere unos conocimientos básicos amplios sobre la fabricación de este material, su tratamiento, operaciones de embalaje de los envases, métodos de transporte y problemas de roturas y es por tanto muy difícil.

En ocasiones, una simple modificación en el perfil del recipiente de unas décimas de milímetro es suficiente para aumentar o disminuir considerablemente las roturas. Evidentemente, es igualmente importante que las fábricas de envases sean capaces de ajustar sus dimensiones a tolerancias muy pequeñas. Debido a todo esto se pueden originar durante la producción de envases de vidrio una serie de defectos físicos que producen pérdidas muy grandes a los productores de los mismos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

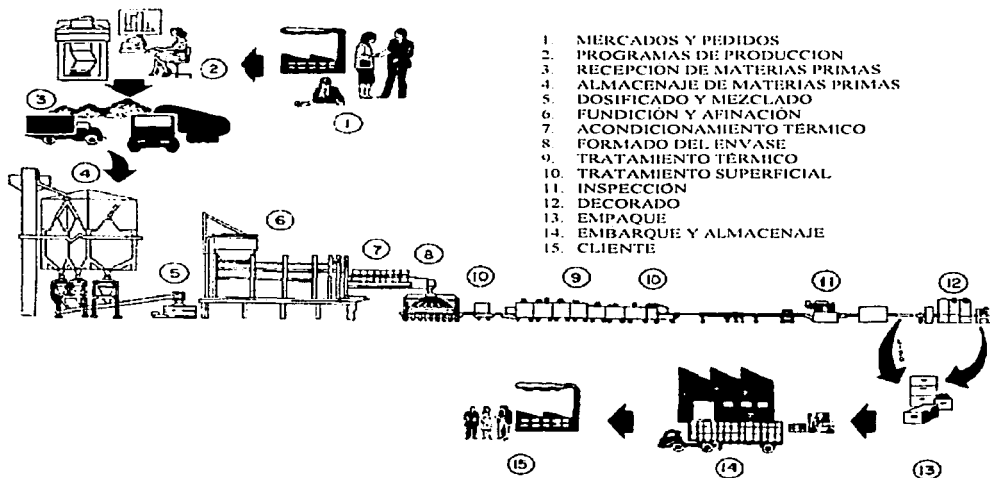


Figura 2. Proceso de fabricación de envases de vidrio

1.4 CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA FORMADORA DE ENVASES (MÁQUINA IS)

Las principales características que hacen a la máquina I.S. ser la líder en el mercado, son su simplicidad de operación relativa, el concepto de operar secciones individuales, su versatilidad en sistemas de operación y amplia gama de artículos posibles a fabricarse en ella (ej. Envases de 2 a 3 ml. Hasta 5 lts., etc).

La máquina IS se ha desarrollado desde las máquinas originales de 1 y 2 secciones, simple cavidad, hasta las actuales de 8 y 10 secciones, doble, triple y cuádruple cavidad, las cuales pueden ser operadas individualmente. Una sección puede manejar de una a tres "velas", definiendo una "vela" como la cantidad de vidrio fundido necesario para producir un envase.

La producción promedio de estas máquinas es de 10 piezas por sección por minuto.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los procesos básicos de fabricación en esta máquina, son el proceso soplo-soplo en envases boca angosta y el proceso prensa-soplo, para envases boca ancha llamados tarros.

En términos generales, la máquina I.S. cuenta con mecanismos de operación neumática, ha tenido una serie de modificaciones o mejoras a través del tiempo; en las más modernas, se ha pasado del sistema mecánico de sincronización, al sistema de control eléctrico y/o electrónico. Así también, en algunos mecanismos se ha incorporado para su "mejor operación" sistemas de amortiguación hidráulica.

Otro avance importante fue la incorporación del distribuidor de gota, en lugar del original mecanismo vertedor individual para alimentar el vidrio a la máquina.

1.5 LUBRICACIÓN DE MOLDURA

Se puede definir como el proceso mediante el cual el equipo de moldeo, recibe en sus cavidades, primordialmente, una dosis de grasa o aceite en forma intermitente y con la cantidad justa en la brocha aplicadora, con la temperatura adecuada y el método correcto de aplicarse. El control de estos puntos es determinante para que la lubricación consiga sus objetivos principales, que son:

1. Contrarrestar los problemas que producen la fricción creados por el vidrio fundido al deslizarse y/o moverse para llenar las diferentes cavidades de la moldura.
2. Evitar calentamiento excesivo de aristas o filos en áreas críticas que tienen un contacto más estrecho con el vidrio y/o se dificulta su enfriamiento directo con aire (hilos de rosca en la corona, grabados, filo en bocas, conexiones, etc).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Es innegable el impacto, que tiene en la productividad el uso adecuado de la lubricación. Existen dos elementos que hay que tomar en cuenta para que se logren los resultados esperados:

- A. Calidad del lubricante
- B. Calidad de la aplicación

1.5.1 ENFRIAMIENTO DE MOLDURA

El éxito de una planta de envases significa alta calidad y alta productividad y es el resultado de varios factores como:

- Buena homogeneidad del vidrio
- Buena forma de carga y acondicionamiento térmico
- Tiempos de operación excelentes en la máquina
- Equipo de entrega y de moldeo en óptimas condiciones
- El mejor enfriamiento de moldura

El tener un buen enfriamiento de moldura trae un tiempo menor del formado y esto permite una alta velocidad, para mejorar el enfriamiento debemos entender muy claramente que está pasando en la moldura.

Existen diferentes ranurados en la moldura que nos ayudan a enfriar la zona del ranurado. Para el molde y el bombillo podemos encontrar ranurados verticales, ranurado radial, rebajes o ambas combinaciones a la vez.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

En la torre de enfriamiento de la máquina se instalan diferentes arreglos para enfriar la moldura durante el proceso de formado.

1.6 ALIMENTADOR

En la fabricación de envases de vidrio por medio de máquinas automáticas, el refinador de un horno alimenta vidrio a varias máquinas y cada una de ellas puede producir diferentes tipos de envases.

Por lo general, la temperatura del vidrio en el refinador no es la apropiada para fabricar los diferentes tipos de envases; por eso es necesario enfriar o calentar el vidrio a una temperatura correcta y uniforme para que la máquina pueda producir el envase. Este enfriamiento o calentamiento se lleva a cabo en el alimentador.

El alimentador es un canal refractario que se extiende del refinador al dosificador y por el cual fluye el vidrio adquiriendo la temperatura apropiada para la fabricación de los envases.

El alimentador consiste en dos partes o secciones:

- a) Sección de enfriamiento
- b) Sección de acondicionamiento

En la sección de enfriamiento el vidrio sale del refinador donde es enfriado por radiación o por otro proceso de transmisión de calor; si el enfriamiento natural no es suficiente, el alimentador cuenta con un sistema de enfriamiento forzado para dar la temperatura necesaria.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Si es necesario, en esta sección también se puede calentar el vidrio como sucede con los envases de poco peso, por ejemplo, antibióticos, medicinales, etc.

La sección de acondicionamiento es necesaria para asegurar que la temperatura de todo el vidrio sea homogénea; esta sección no cuenta con sistema de aire forzado.

El vidrio al pasar por el alimentador deberá obtener una temperatura apropiada y uniforme, lo cual es esencial para la producción de envases de óptima calidad.

Al hablar de capacidad del alimentador debemos de pensar en dos formas de capacidad, la de enfriamiento y la de calentamiento; ambas dos suficientes para formar una vela con la temperatura adecuada.

1.6.1 SISTEMA DE COMBUSTIÓN

El sistema de combustión de los alimentadores está compuesto por:

- A – Regulador de presión de gas
- B – Válvula de seguridad
- C – Gobernador cero
- D – Mezclador gas-aire
- E – Manifold y quemadores
- F – Abanico de combustión
- G – Instrumentos de control

Existen dos tipos de sistemas de combustión en los alimentadores, el de baja presión y el de alta presión; estos dos sistemas difieren únicamente del modo de alimentación de aire de combustión.

TESTE CON
FALLA DE ORIGEN

En el sistema de baja presión el aire es alimentado por un abanico y en el de alta presión se usa aire comprimido, inyectando al mezclador por una espina de aire: la presión de este aire es de 30 a 35 Lb/pulg².

A – Regulador de presión de gas: La presión de gas en la línea es de 1 a 2 Kg/cm²; por lo tanto es necesario bajarla a 8 pulgadas de agua. Para cada instalación deberá haber dos reguladores instalados en paralelo, esto es para poder dar mantenimiento a estos reguladores.

B – Válvula de seguridad : Esta válvula cierra el gas automáticamente cuando el aire de combustión falla o baja su presión

C – Gobernador cero: El gobernador cero reduce la presión de gas en la línea a la presión atmosférica; dos tomas de presión, una a la entrada y otra a la salida del gobernador se usan para verificar la presión, usando un tubo en U. La presión a la entrada, para asegurar una buena combustión, deberá estar entre 6 y 8 pulgadas de agua, y a la salida deberá ser cero, y no varía más de ± 0.2 pulgadas de columna de agua.

Debe tenerse cuidado de que la salida del aire colocada en la parte superior del gobernador no se encuentre obstruida, pues esto puede ser causa de problemas.

El gobernador cero debe verificarse periódicamente (o al haber problemas de operación del alimentador).

D – Mezclador gas-aire: El inspirador es la parte más importante del sistema de combustión. Trabaja por el principio de inyección y regula la proporción de la mezcla gas-aire.

TESIS CON
FALLA DE

F – Abanico de combustión: Este abanico es de baja presión y puede alimentar uno o más alimentadores dependiendo de su capacidad. Debe de tener un filtro en la admisión. Generalmente en cada horno se debe tener dos abanicos de combustión; cuando hay problemas con ellos por alguna falla eléctrica se cuenta con inspiradores de alta presión conectados a la línea de aire comprimido.

G – Instrumentos de control: A continuación se mencionan los elementos necesarios para poder controlar la temperatura de los alimentadores.

- Instrumento electrónico con control proporcional
- Actuador de aire con válvula de puerto ajustable
- Indicador de presión de la mezcla
- Elemento primario termopar.

Nota. Tanto el termopar al contacto con el vidrio, como el radiométrico por medio de radiación de calor, producen una fuerza electromotriz en milivolts, la cual es transformada en temperatura en el instrumento, por medio de una escala graduada en grados.

1.6.2 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Los cambios de temperatura en el alimentador se efectúan al cambiar la combustión, pero cuando la temperatura requerida en el vidrio es más baja que la obtenida con la combustión al mínimo, es necesario entonces el uso de enfriamiento forzado. Esto se lleva a cabo por un sistema separado, con su propio abanico, ductos y compuertas. El abanico debe de contar con un filtro en la succión.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

De este abanico el aire pasa a un manifold y de este a los distribuidores. Hay una válvula de mariposa colocada en cada distribuidor, junto a la conexión del manifold.

La válvula de mariposa controla el flujo de aire de enfriamiento que entra al alimentador. La válvula de mariposa y el block tapadera se controlan juntos a través de un arreglo de palancas; de esta manera cuando la válvula se abre, admite mayor volumen de aire de enfriamiento y al mismo tiempo el block tapadera se levanta y permite que escape mayor cantidad de gases calientes.

1.7 FABRICACIÓN DE ARTICULOS BOCA ANGOSTA

Normalmente se fabrican con el proceso SOPLO-SOPLO (ver figura 3) en el cual, la preforma es moldeada en los pasos 2 y 3 por medio de presión de aire.

Tenemos las siguientes operaciones básicas en el ciclo de formado del proceso soplo-soplo.

a) Cargado.

Recién cortada la carga o vela pasa al equipo de entrega (canales rectas y curvas) y posteriormente pasa por el centro del embudo, evitando en lo posible su contacto con este.

La carga es la dosis de vidrio que se obtiene del alimentador, y a la cual se le debe dar forma, peso y temperatura necesarios para poder fabricar un envase de buena calidad.

En general, la mejor forma de carga es la más corta, cónica y sin punta, para soplo-soplo; y, corta, cilíndrica y redondeada, para prensa-soplo; la entrega debe ser centrada y limpia en el bombillo sin rozar el embudo. La calidad del envase da respuesta final, respecto a la mejor forma de carga.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Acondicionamiento del vidrio.

Debido a la dificultad para medir la viscosidad del vidrio directamente durante la fabricación, su temperatura se toma como control, la cual determina su viscosidad, dependiendo de la composición química, peso de la carga y color del vidrio.

Acondicionamiento del vidrio significa controlar la temperatura del mismo a medida que fluye del horno a través del refinador, alimentador y dosificador, para obtener gradientes de temperatura uniformes.

b) Soplo de hacer corona o soplo de asentamiento.

Se efectúa con la primer bajada del obturador soplando aire que empuja el vidrio hacia los pistones y adentro de la cavidad de la corona.

En la mayoría de los casos, el soplo de hacer corona debe ser aplicado tan pronto como sea posible después de cargar. Esto es necesario para obtener contacto de vidrio a metal lo más temprano posible, (el soplo de hacer corona debe mantenerse en el mínimo tiempo), usando solamente el tiempo y presión suficientes para fraguar la corona, de manera que pueda soportar el contra-soplo y la transferencia.

El tiempo mínimo de hacer corona dará también el mínimo "settle wave" o sombra de asentamiento en la botella terminada.

c) Recalentamiento del interior de la corona.

Este se logra al cortar aire de hacer corona e inmediatamente subir el obturador, bajar pistón y subir embudo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Tan pronto como es cortada la presión del sople de hacer corona, el pistón debe ser bajado para permitir el recalentamiento del interior de la corona o sea suavizar el vidrio inmediatamente arriba del pistón, para permitir que el contra-sople forme la burbuja en la preforma o bombillo sin distorsiones. Un recalentamiento del interior de la corona corto ayuda para eliminar la sombra de asentamiento, permitiendo un contra sople más temprano y obteniendo un contacto completo vidrio-bombillo lo más pronto posible, sin embargo, el diseño de la corona y pistón, dictarán la cantidad de tiempo de hacer corona y recalentamiento necesarios antes del contra-sople.

d) Contra sople.

Cuanto más temprano pueda ser aplicado el contra-sople, menos será la sombra de asentamiento en la botella final, cuanto más tiempo sea aplicado el contra sople, mejor será el balance de calor extraído entre bombillo y molde, permitiendo maximizar la velocidad de la máquina y la práctica de molde caliente.

La presión usada debe ser adecuada al tamaño y forma de la botella en particular, tendiendo a usar ligeramente más presión con artículos más grandes debido a temperaturas de vidrio más bajas.

e) Recalentamiento de preforma.

Después del contra-sople y antes del sople final, la preforma debe ser recalentada para uniformizar las temperaturas y eliminar las condiciones de superficie exterior fraguada.

El recalentamiento de la preforma empieza cuando el bombillo abre, y termina cuando el aire de sople final es aplicado.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

f) Transferencia al molde.

Durante el tiempo que la preforma es transferida del bombillo al molde, es recalentada. La velocidad de la inversión puede causar varios defectos, tales como, mala distribución y crinolina. Si la velocidad es muy baja, la pre-forma se desviará de acuerdo al peso, viscosidad y forma de la preforma. El recalentamiento en el lado del bombillo permite a la preforma asentarse y en el lado del molde estirarse o correrse y los dos efectos deben estar balanceados.

g) Soplo final.

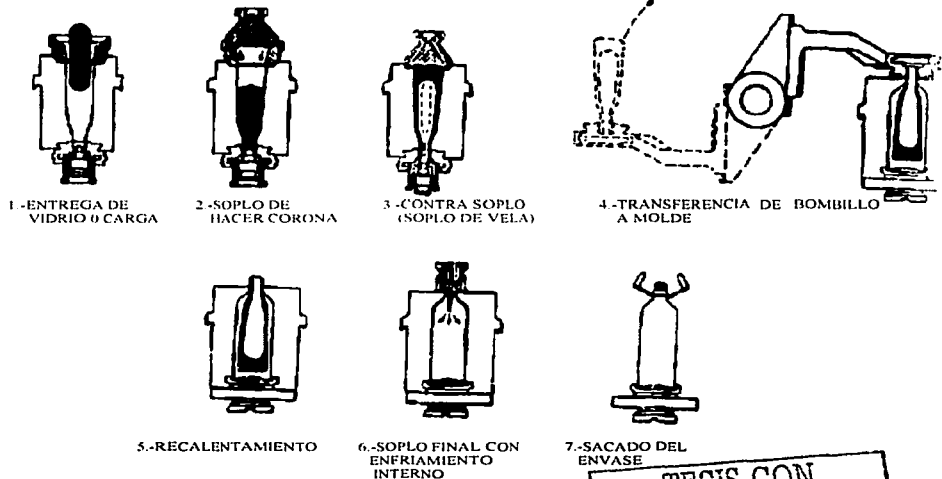
Esto es aplicar aire comprimido para formar la botella final, la presión requerida varía de acuerdo al peso y forma de la botella, tendiendo a ser menor con botellas más grandes. Las botellas grandes tienen un mayor tiempo de contacto, y la extracción excesiva de calor puede producir estrelladuras; así como, la presión excesiva de soplo final puede ocasionar estrelladuras en el hombro y en el fondo.

h) Sacado del envase y enfriamiento en la placa muerta.

Después de que el molde abre, los dedos de la sacadora toman la botella terminada y la transfieren a la placa de enfriamiento. Los dedos deben estar apropiadamente alineados y tener luz con el cuello del envase de manera que este cuelgue libremente. Todos los movimientos en el mecanismo de sacadora, deben de efectuarse suavemente.

La circulación del aire alrededor de la botella sobre la placa de enfriamiento es más efectivo cuando la botella es sostenida sobre la placa. El fondo puede colgarse o hundirse con el aire de enfriamiento dependiendo de la presión de éste, la plasticidad del fondo y el tiempo que se mantiene colgada, en otras palabras, el tiempo de soltar la botella sobre la placa de enfriamiento es importante.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Figura 3. Proceso Sople-Soplo

1.8 FABRICACIÓN DE ARTICULOS BOCA ANCHA

Normalmente son formados por el proceso prensa-soplo (ver figura 4) , aquí, la preforma es moldeada por la acción de prensa de un pistón.

La boca del envase es suficientemente ancha para permitir el paso del pistón a prensar el vidrio fundido contra el premolde formando inicialmente el cuerpo de la preforma, y la corona en la última etapa de prensado.

A diferencia del proceso sople-soplo, donde la corona es la primera en llenarse, en presa-soplo se debe formar la pre-forma primero y después llenar la corona.

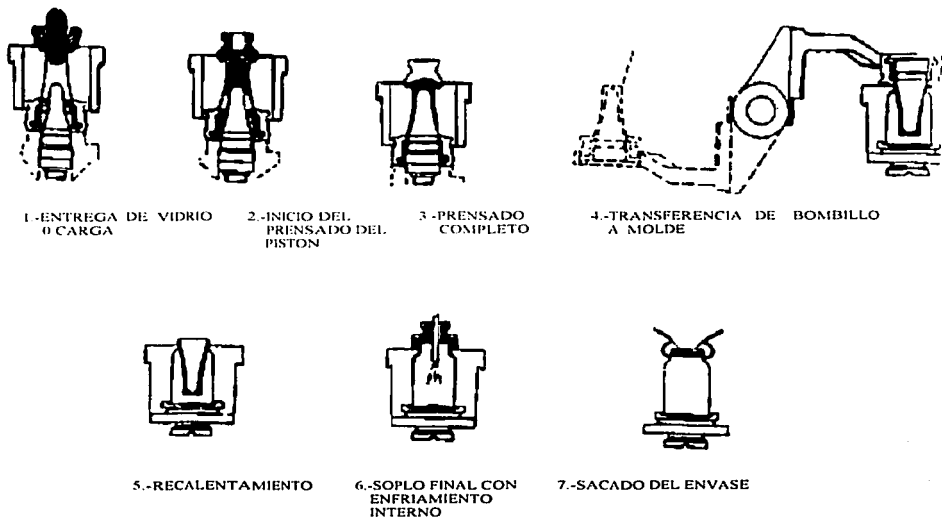


Figura 4. Proceso Prensa-Soplo

1.9 TRATAMIENTOS EN CALIENTE DEL ENVASE

Existen tres tipos de tratamientos que se aplican en el lado caliente estos son:

- a) Mono butil tricloruro de estaño
- b) Freon
- c) SO_2 bióxido de azufre

a) Mono butil tricloruro de estaño

Consiste en la aplicación de una capa de metal al salir el envase de la maquina formadora por medio de un tunel de vaporización y recirculación la cual dará una protección a la superficie del vidrio.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El sistema esta formado de tres partes:

- Tanque de tratamiento con 300 libras
- Bomba dosificadora
- Tunel de vaporización

El funcionamiento del equipo es simple, la bomba succiona el líquido del túnel y lo dosifica en un mezclador al cual se le suministra aire, generándose un flujo el cual se lleva al túnel por medio de una tubería. El tratamiento al entrar al túnel se vaporizará y será impulsado por medio del sistema de recirculación y se impregnará al envase.

b) freón

El tratamiento consiste en la aplicación del gas freón dentro del envase al emerger de la máquina, consta de tres partes:

El objetivo de este tratamiento es dar durabilidad al envase contra bacterias o microorganismos.

- Tanque de freón con 66 Kg.
- Equipo de dosificación de freón
- Esprea montada en banda acarreadora

Su función es simple:

Se procede a abrir el tanque y el gas fluye por medio de la tubería hasta llegar al rotámetro , en el cual se ajustará el flujo necesario para su consumo. Al salir de este, se mezclará con el aire suministrado por un segundo rotámetro, se generará una mezcla aire-freón con la relación 2 a 1, y se llevará a la banda acarreadora donde se encuentra la esprea que será ajustada a la corona del envase asegurándose que todos los envases pasen al centro de esta.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

c) SO₂

El objetivo de este tratamiento es inhibir los alcalinos del vidrio para que estos no reaccionen con los sueros que va a contener los envases, y evitar su transformación química.

El sistema consta de 4 partes:

- Tanque de bióxido de azufre con 66 kg
- 2 túneles montados de la siguiente forma: uno sobre la banda acarreadora y otro sobre la banda transversal.
- Cuadro de aplicación o BY-PASS
- Ventilador de extracción

Funcionamiento:

Los tanques son conectados al cuadro de aplicación donde se regulará su presión, que debe ser mínimo de 1 kg y máximo 6 kg, y serán conectados a los túneles montados en las bandas, mezclándolos con aire para asegurar su inyección dentro de los envases.

Al introducirse el gas dentro del envase, los gases residuales serán retirados por el sistema de extracción que consta de cuatro orificios laterales al inicio y término de los túneles, los cuales serán arrojados a la atmósfera fuera del área de producción.

1.10 TRATAMIENTOS TÉRMICOS DEL ENVASE

1.10.1 PROCESO DE RECOCIDO. Los productos de vidrio, después de formarse tienen generalmente esfuerzos internos que reducen su resistencia. El recocido del vidrio se lleva a cabo para aliviar estos esfuerzos inconvenientes, en consecuencia, el tratamiento tiene la misma función de fabricación de vidrio que en el trabajo con metales.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El recocido involucra el calentamiento del vidrio a una temperatura elevada, se mantiene en esas condiciones por un cierto tiempo para eliminar los esfuerzos y los gradientes de temperatura, luego se somete a un enfriamiento lento para suprimir la formación de esfuerzos, seguido de un enfriamiento más rápido hasta temperatura ambiente.

Las temperaturas comunes de recocido son del orden de (500°C). El tiempo durante el cual se mantiene el producto a la temperatura de recocido, así como las velocidades de calentamiento y enfriamiento durante el ciclo dependen del espesor del vidrio. La regla usual es que el tiempo requerido varía proporcionalmente al cuadrado del espesor.

El recocido en las fábricas modernas de vidrio se realiza en hornos túneles llamados lehrs, en los cuales el producto avanza lentamente sobre transportadores a través de la cámara caliente. Los quemadores se localizan solamente en el extremo frontal de la cámara de manera que el vidrio experimenta el ciclo requerido de calentamiento y enfriamiento.

1.10.2 PROCESO DE TEMPLADO. En los productos de vidrio se puede desarrollar un modelo conveniente de esfuerzos internos por medio de tratamiento térmico conocido como templado, el material resultante se llama vidrio templado.

El enfriamiento de una pieza plana de vidrio tiene una distribución parabólica de la temperatura como se ve en la figura 5. Dependiendo de la temperatura inicial del vidrio hay dos posibilidades: (1) si la temperatura es lo suficientemente alta para permitir una relajación estructural, entonces después de que se elimina el gradiente de temperatura, resulta un perfil de esfuerzos. La fuerza de tensión producida por este esfuerzo ocurre en el interior con fuerzas de compresión en la superficie.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En el caso ideal de enfriamiento infinitamente lento ($\Delta T = 0$), el esfuerzo no se desarrolla dentro del vidrio; o (2) si la temperatura inicial del vidrio es tan baja que la estructura no pudiera relajarse, entonces la tensión temporal en la superficie y la compresión interior, la cual es causada por el gradiente de temperatura se disipa completamente cuando se elimina el gradiente de temperatura.

Las velocidades de enfriamiento están determinadas por los niveles de tensión permitidos en el objeto que se va a producir. Las condiciones de operación del proceso de templado van a depender de: (1) forma (grosso, delgado, plano, curvo), (2) composición del vidrio (curva de expansión térmica, módulo de Yuong y difusividad térmica) y (3) requerimientos particulares del producto.

Para el caso especial de los envases de vidrio, el templado depende de la aplicación del producto, las aplicaciones pueden ser por ejemplo la industria alimentaria donde el envasado del producto es en caliente, o para la industria del refresco donde el envase está sujeto a presiones internas y el envasado es en frío.

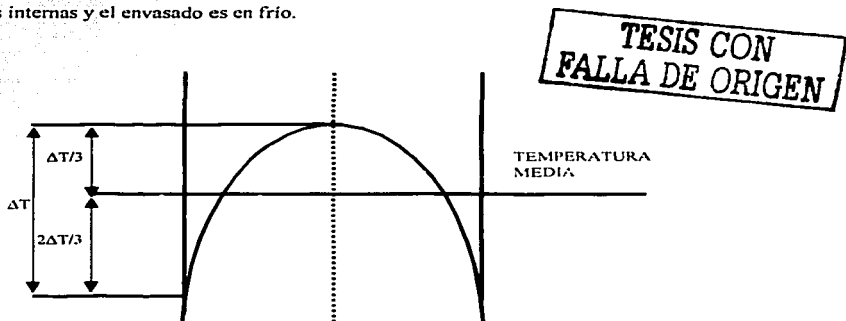


Figura 5. Distribución de la temperatura en una placa plana de vidrio

El templado incrementa la tenacidad del vidrio de la misma forma que el tratamiento del acero endurecido. El proceso involucra calentamiento del vidrio a una temperatura superior a su temperatura de recocido dentro del rango plástico, a este calentamiento le sigue un enfriamiento rápido de la superficie, que se realiza en un chorro de aire generalmente.

Al enfriarse la superficie se contrae y endurece, mientras que el interior está todavía en una condición plástica y dócil. Al enfriarse lentamente, el vidrio interno se contrae, provocando que la superficie dura quede en compresión.

Como todos los cerámicos, el vidrio es más resistente a la compresión que a la tensión. En consecuencia, el vidrio templado es mucho más resistente al rayado y al rompimiento debido a los esfuerzos de compresión en su superficie.

Cuando el vidrio templado se rompe, lo hace desintegrándose en numerosos fragmentos pequeños que no cortan como los fragmentos de vidrio convencional para ventanas (recocido).



Esquema de fragmentación de un vidrio templado



Esquema de fragmentación de un vidrio no templado

Figura 6. Comparación de vidrio templado y no templado

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

LOS TEMPLADORES CONSTAN DE.

- a) un sistema de control
- b) un sistema de combustión
- c) un sistema de enfriamiento.

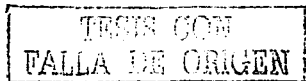
a) El sistema de control del templador esta compuesto de :

- Termos de control
- Detectores de flama
- Termos indicadores
- Electrodo
- Válvulas solenoides
- Cajas de seguridad
- Control automático
- Fotoceldas
- Selector

FUNCIONAMIENTO:

El aparato de control es ajustado a la temperatura de trabajo de acuerdo a historias, el cual mandará una señal a los electrodos accionando un arco eléctrico en la punta del quemador, posteriormente se accionará la válvula solenoide dejando pasar el flujo de gas a una presión baja, generándose la ignición del gas, esta ignición la percibe el detector de flama, permitiendo el paso de gas de alta presión.

El termo de control ordenará la operación del conjunto anterior.



b) Sistema de combustión

Esta compuesto por:

- Regulador de presión de gas
- Gobernador cero
- Mezclador gas-aire
- Tubería y quemadores
- Abanico de combustión
- Instrumentos de control

Dependiendo el tipo de templador y las modificaciones que tenga, se emplea distintos sistemas de combustión.

Los sistemas pueden operar por aire suministrado por un abanico o turbo de combustión, o este aire es tomado del medio ambiente (quemador atmosférico).

El sistema opera como sigue:

La línea general de gas suministra 4.5 Kg de presión, la cual llega a un regulador de presión y es bajada de 3 a 2 Kg según se requiera, y es alimentada a los cuadros de combustión y de ahí al quemador generándose la mezcla gas-aire.

c) Sistema de enfriamiento

Este puede ser de tres formas:

- a) Enfriamiento natural
 - b) Enfriamiento forzado
 - c) Enfriamiento rápido
- a) ENFRIAMIENTO NATURAL.-El envase pierde temperatura paulatinamente al salir del templador y solo consta de chimeneas para acelerar este enfriamiento.

b) ENFRIAMIENTO FORZADO.-Este puede ser manual o automático, consta de una recirculación en cada zona succionando el aire del medio ambiente y dejándolo escapar por una chimenea.

c) ENFRIAMIENTO RAPIDO.-Este consiste en abanicos instalados a la salida del templador, que pueden llevar cajas o compuertas direccionales, actualmente, existe ya un sistema de inversor y control automático de temperatura.

FALLAS CARACTERÍSTICAS EN LOS TEMPLADORES

Las fallas características en el sistema de control son falsos contactos en los termos de control o descalibración de los aparatos de control, también las pueden ocasionar movimientos en la posición de los termos.

En el sistema de combustión encontramos fallas en el sistema de ignición por descalibración de las bujías, daños en las válvulas solenoides al quedarse pegadas o dañarse los diafragmas.

Alteración de las velocidades de los templadores, afectando el tiempo de permanencia en la zona de fuego.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.11 DEFECTOS EN LOS ENVASES

DEFECTO. Es cualquier no conformidad en el envase con los requerimientos, especificaciones en el diseño y por el cliente.

Los defectos en las botellas pueden ser muy variados y son numerosos. Los defectos de fundido deben ser minimizados con una buena preparación de las materias primas y una buena operación de fundido. Algunas piedras no fundidas, lotes sin fundir o la desvitrificación son defectos de un mal fundido que pueden afectar la resistencia o apariencia del envase.

Las tolerancias en dimensiones y capacidades de los envases son negociadas entre productor y consumidor. Los envases para productos como perfume y licor requieren de tolerancias más precisas. Algunos envases para productos como sidra o champagne, deben resistir presiones internas además de tener una excelente apariencia.

Los defectos de los envases se pueden localizar en las diferentes partes del envase como:

- Defectos de corona
- Defectos de cuello
- Defectos de hombro
- Defectos de cuerpo
- Defectos de apariencia
- Defectos de vidrio
- Defectos de fondo
- Otros

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los defectos de los envases se clasifican en:

- a) Defectos críticos: Son aquellos que pueden producir condiciones peligrosas e inseguras para quienes utilizan o manejan el envase y en algunos casos atentar contra su vida.
- COLUMPIO
 - ALETA
 - REBABA
 - DEFORME
 - PEGADA CORTANTE
 - AQUEL CAUSANTE DE RECLAMACIÓN
- b) Defectos mayores: Es el defecto que sin ser crítico tiene la posibilidad de ocasionar una falla a fin de reducir materialmente la utilidad del envase para el fin que se le destine.
- c) Defectos menores: Es el defecto que no reduce materialmente el envase para el fin que está destinado y que no tiene efecto decisivo en su manejo u operación, es defecto de apariencia.

CONSECUENCIAS POR ESTOS DEFECTOS

- a) Pérdida de producción
- b) Pérdida del cliente
- c) Pérdida económica
- d) Mala imagen para la empresa
- e) Problemas con las autoridades
- f) Reclamaciones
- g) Incumplimiento en el servicio

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PREVENCIÓN DE DEFECTIVO

La prevención es no permitir que aparezcan defectos en el envase, esto se puede controlar realizando las siguientes disciplinas:

a) Verificar y asegurarse, que en las condiciones de operación no se registre alguna desviación tales como presiones de operación, enfriamiento de máquina, velocidad, tiempos, etc.

En caso de encontrar alguna desviación corregir inmediatamente.

b) Ciclo de lubricación.

Con este procedimiento podemos prevenir defectos en el envase tales como raya de carga, arrugas, estrelladuras, etc. Por lo que es importante la forma y el tiempo del ciclo de aplicación, haciendo una buena elección del tipo de lubricante, es fundamental el desechar botella lubricada para evitar que no se suba la intensidad al equipo de inspección y evitar posibles reclamaciones por envase sucio empacado.

DETECCIÓN DE DEFECTOS

Es de mucha importancia el detectar los defectos que se están generando en la máquina y todavía más importante el detectar la sección que lo está ocasionando, de esta manera podemos predecir el estado de nuestro envase y la eficiencia esperada, la revisión en caliente periódica es el medio por el cual podemos ubicar en que cavidad se está produciendo un defecto, por lo que es muy importante las siguientes actividades.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- a) Sacar una revisión en caliente a los más cada hora
- b) Revisión en forma visual de cada envase y marcar los defectos encontrados.
- c) Hacer uso de todos los calibradores
- d) Si se detecta algún defecto de calibración, como diámetros de corona grande o chico, alturas baja o alta, estrecha o bocona, o algún defecto crítico, etc. Se debe tirar el envase con el rechazador hasta su corrección.

CORRECCIÓN DE DEFECTOS

La corrección de defectos se hace aprovechando la experiencia y habilidad de los operadores, realizando actividades diversas como:

- a) Cambio de equipo de moldeo sucio, golpeado o quemado
- b) Cambio de equipo de moldeo defectuoso (fuera de medida, sucio, mal reparado). En este caso se puede hacer una prevención asegurándose de que el equipo está en buen estado y que corresponde a la moldura de la máquina.
- c) Ajuste de velocidad y amortiguamiento de mecanismos
- d) Tiempos de máquina
- e) Lubricación de moldura

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO 2

DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE

CALIDAD

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

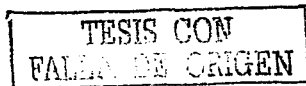
2.1 FILOSOFÍA DEL QFD (DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD)

Es un proceso de planeación, impulsado por el cliente para guiar el diseño, la manufactura y la mercadotecnia de los bienes. A través de él, toda decisión de diseño, de manufactura y de control se hace para cumplir necesidades expresadas por los clientes. Utiliza un tipo de diagrama de matriz para presentar los datos y la información.

El despliegue de la función de calidad se originó en 1972 en los astilleros Kobe de Mitsubishi. Toyota empezó a desarrollar esta idea en 1977. Para 1982 los costos de arranque de nuevos modelos de camionetas se redujo 38% en comparación con la línea de 1977 y un 61% para 1984. Además, el tiempo de desarrollo descendió a una tercera parte, al mismo tiempo que mejoraba la calidad.

Xerox y Ford empezaron a utilizar QFD en Estados Unidos en 1986. Actualmente lo utilizan empresas como General Motors, Motorola, Kodak, IBM, entre otros.

Bajo QFD todas las operaciones de una empresa son impulsadas o movidas por la voz del cliente, más que por decretos o edictos de la gerencia general o por las opiniones o deseos de los ingenieros de diseño. En los niveles tácticos y operativos, el despliegue de la función de calidad se aparta del proceso tradicional de planeación de productos, en el que las ideas de productos se originan en equipos de diseño o grupos de investigación y desarrollo, luego se aprueban y afinan, se producen y se lanzan al mercado. Mucho esfuerzo y tiempo se desperdicia en volver a diseñar productos y sistemas de producción hasta cumplir con las necesidades del cliente. Si desde el principio es posible identificar adecuadamente las necesidades del cliente, entonces ese esfuerzo desperdiciado desaparece, que es el enfoque principal de la idea QFD.

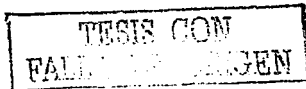


QFD hace que las empresas se beneficien a través de una mejor comunicación y trabajo en equipo entre todos los constituyentes del proceso de producción, como mercadotecnia y diseño, diseño y manufactura, y proveedores. Los objetivos del producto se comprenden mejor y se interpretan también mejor durante el proceso de producción. El uso del despliegue de la función de calidad determina las causas de la satisfacción del cliente, lo que la convierte en una herramienta útil de la gerencia general para el análisis competitivo de la calidad del producto. La productividad, así como las mejoras en la calidad, generalmente son secuela de QFD.

Quizás de mayor significado, sin embargo, es que el despliegue de la función de calidad reduce el tiempo para el desarrollo de nuevos productos y permite que las empresas simulen los efectos de ideas y conceptos de los nuevos diseños. A través de este beneficio las empresas pueden reducir el tiempo del desarrollo del producto y llevar más pronto los nuevos productos al mercado, obteniendo por lo tanto una ventaja competitiva.

2.2 ETAPAS BÁSICAS DEL QFD.

Deben existir proyectos dirigidos por equipos de todas las áreas de trabajo para diseñar un producto. En la figura 7 se muestra el esquema del QFD, se observa las etapas que lo componen a partir de las necesidades del cliente, para poder planificar el producto.



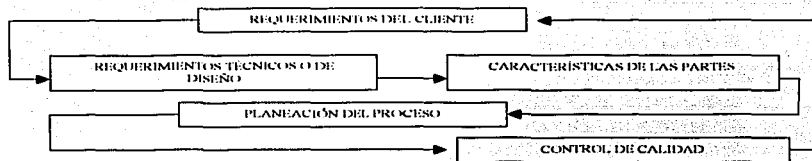


FIGURA 7. PROCEDIMIENTO DE LA FUNCIÓN DESPLIEGUE DE LA CALIDAD

Los requerimientos del cliente durante el desarrollo del producto deben convertirse en requerimientos internos de la empresa (requerimientos técnicos). Deben ser interpretados de manera conveniente para satisfacer las demandas del cliente.

A partir de los requerimientos técnicos del producto o servicio se deben detallar los componentes o subsistemas de estos. En esta etapa se determinan los valores objetivos de ajuste, función y apariencia.

Una vez definidos los componentes, se requiere describir las funciones que efectúan en la operación durante el proceso de producción.

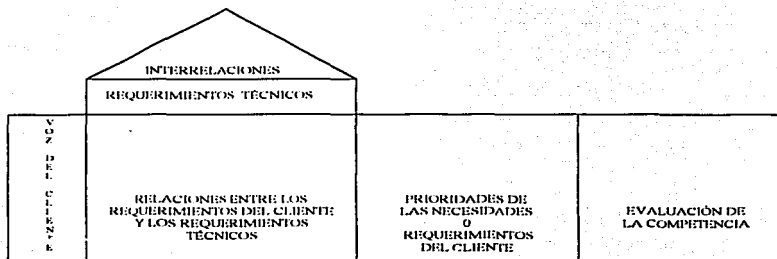
De acuerdo a los parámetros de los componentes se efectúa directamente la operación, lo que nos lleva a crear puntos de control básicos para inspeccionar, supervisar y efectuar un plan de control para satisfacer las demandas de los clientes.

Todas estas etapas están representadas por medio de matrices mediante las cuales se muestran las necesidades del cliente con relación a los requerimientos técnicos para planear, diseñar y procesar el producto.

Para el proceso de despliegue de la función de calidad se utiliza un conjunto de matrices para relacionar la voz del cliente con las necesidades técnicas, requerimientos de componentes, planes de control del proceso y operaciones de manufactura de un producto.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La primera matriz, la matriz de planeación de requerimientos del cliente, que aparece en la figura 8, es la base para la idea QFD. La figura demuestra la razón por la que esta matriz se conoce como la casa de la calidad.



FIGUR 8. ESTRUCTURA DE LA CASA DE CALIDAD

2.3 PASOS BÁSICOS PARA DESARROLLAR EL QFD.

1. IDENTIFICAR LAS NECESIDADES DEL CLIENTE.
2. IDENTIFICAR LAS NECESIDADES TÉCNICAS.
3. RELACIONAR LAS NECESIDADES DEL CLIENTE CON LAS NECESIDADES TÉCNICAS.
4. LLEVAR A CABO UNA EVALUACIÓN DE MERCADO Y PUNTOS CLAVE DE VENTA.
5. EVALUAR LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LA COMPETENCIA Y DESARROLLAR OBJETIVOS.
6. DETERMINAR QUÉ REQUERIMIENTOS TÉCNICOS SERÁN DESPLEGADOS EN EL RESTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PASO 1. Identificar las necesidades del cliente.

La voz del cliente es el insumo primordial del proceso QFD. El paso más vital y difícil en el proceso es capturar la esencia de los comentarios del cliente; sus propias palabras son vitalmente importantes para evitar malas interpretaciones de los diseñadores e ingenieros. Escuchar a los clientes puede abrir la puerta a oportunidades creativas.

No todos los clientes sin embargo son usuarios finales. Para un fabricante, los clientes pudieran incluir legisladores, mayoristas y detallistas.

En el QFD se elabora la lista de los objetivos que provienen de los deseos del consumidor (lo QUÉ el cliente desea). Estos QUÉ o preferencias del consumidor son el insumo de la casa de la calidad y los objetivos a satisfacer. Cada uno de los QUÉ iniciales necesita una definición posterior para que pueda traducirse en términos técnicos y ser introducidos en el proceso, es decir son conformados en una lista de cómo (CÓMO lo desea el cliente), para ampliar y detallar la lista de los QUÉ. Con frecuencia no pueden llevarse a cabo de la misma forma en que fueron expresados por el cliente, y es necesario definirlos mejor.

PASO 2. Identificar las necesidades técnicas. Los requerimientos del producto son características de diseño que describen las necesidades del cliente, expresadas en el lenguaje del diseñador y del ingeniero. Deben ser medibles, ya que el resultado es controlado y comparado con metas objetivo. Esencialmente, los requerimientos técnicos son los “cómo” mediante los cuales la empresa responderá a los “qué”, es decir a los requerimientos de los clientes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La parte superior o techo de la casa de la calidad muestra las interrelaciones entre cualquier par de requerimientos técnicos. Es la matriz que correlaciona cada uno de los CÓMO técnicos. En esta se usan símbolos para describir el tipo de fuerza que posee cada correlación.

- ⊙ RELACION MUY PODEROSA
- △ RELACION PODEROSA
- RELACION DEBIL

Estas relaciones indican respuestas a preguntas del tipo "¿cómo un cambio en la característica del producto afecta a otros?" y una evaluación de los intercambios posibles entre una característica y otra.

Estos símbolos permiten identificar cuales CÓMO están contenidos en otros CÓMO. Esta matriz permite evaluar que requerimiento técnico está más controlado y en cuáles se necesita una mejora en el producto final.

Para la fabricación de envases de vidrio se deben cumplir ciertas especificaciones mencionadas a continuación: espesor de vidrio, resistencia a la presión, resistencia a choque térmico, prueba de temple (polariscopía y polarimetría), resistencia al impacto.

Este proceso matricial anima a visualizar las características colectivamente y no individualmente.

TRABAJO COMPLETADO
FALLA DE ORIGEN

PASO 3. Relacionar las necesidades del cliente con las necesidades técnicas.

La forma en que se relacionan la voz del cliente y los requerimientos técnicos (es en forma perpendicular), es por medio de una matriz.

Las necesidades del cliente se enlistan hacia abajo en la columna izquierda; las técnicas se describen en la parte superior. En la matriz los símbolos indican el grado de relación, de manera similar a la que se utilizó en la parte del techo de la casa de la calidad. El propósito de la matriz de relación es mostrar si las necesidades técnicas finales encaran adecuadamente las necesidades del cliente.

La carencia de una relación en alguna necesidad del cliente con algún requerimiento técnico, nos indica que existe el riesgo de que el producto no cumpla por completo con las expectativas del cliente. O bien se haya omitido alguna necesidad importante del cliente.

PASO 4. Llevar a cabo una evaluación de mercado y puntos clave de venta Este paso identifica las clasificaciones importantes de cada una de las necesidades del cliente, y evalúa los productos relacionados con ellas. Las clasificaciones de importancia del cliente representan las áreas de interés más importantes, y son las expectativas más elevadas expresadas por el cliente. La evaluación competitiva resalta los puntos fuertes y débiles absolutos de los productos de la competencia. Mediante este paso, los diseñadores pueden descubrir oportunidades de mejora. También el despliegue de la función de calidad vincula, con la visión estratégica de la empresa, e indica cuales son las prioridades del proceso de diseño.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

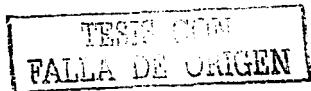
Por ejemplo, si la necesidad de un cliente ha recibido una evaluación baja en todos los productos de los competidores, entonces enfocándose a esta necesidad una empresa podría obtener una ventaja competitiva. Estos requerimientos se convierten en puntos clave de venta y la base de la formulación de estrategias de promoción.

La evaluación se hace por medio de gráficos que revisan las áreas de interés de forma puntual por competidor. Se dan valores o niveles de importancia que se establecen de 1 a 5, siendo 5 de mayor importancia. Una característica de un producto o servicio con importancia 5 indica que es fundamental para el consumidor.

PASO 5. Evaluar los requerimientos técnicos de productos de la competencia y desarrollar objetivos.

La competencia también se debe evaluar a la vez con los requerimientos técnicos; hacer comparaciones con las evaluaciones internas de la compañía y finalmente determinar inconsistencias entre necesidades del cliente y necesidades técnicas.

Si se determina que algún producto de la competencia o de la compañía satisface mejor las necesidades del cliente, pero sus requerimientos técnicos son malos, se puede llegar a concluir que las evaluaciones son incorrectas o el producto tiene una diferencia en imagen (ya sea positiva hacia el competidor o negativa hacia la empresa), lo que afecta la percepción de los clientes. Con base en las calificaciones de importancia del cliente (1 a 5), y los puntos débiles y fuertes existentes del producto propio y del competidor, se definen objetivos para cada una de las necesidades técnicas.

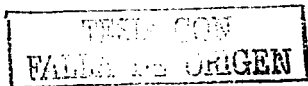


PASO 6. Determinar que requerimientos técnicos serán desplegados en el resto del proceso de producción Durante este paso se identifican los requerimientos técnicos que tienen una relación poderosa con las necesidades del cliente, así mismo se concluye cuales necesidades no son cubiertas por la competencia, o son puntos fuertes de venta de tal forma que se promuevan en el resto del proceso de producción. Estas características tienen la prioridad más elevada y necesitan “difundirse” en el resto del diseño y del proceso de producción, para mantener una respuesta a la voz del cliente. Las características no identificadas como vitales no necesitan de una atención tan rigurosa.

Esta primera matriz (matriz del consumidor) es el punto de partida para formar un diseño detallado que conduzca a las especificaciones y parámetros del proceso. Es enriquecida con las fortalezas y debilidades tanto del proceso como de la competencia: quejas de los clientes, niveles de importancia y evaluación con la competencia.

Uso de la casa de la calidad.

La casa de la calidad da a la mercadotecnia una herramienta importante para la comprensión de las necesidades del cliente, brinda una dirección estratégica a la gerencia general. Es, sin embargo, sólo el primer paso del despliegue de la función de calidad. La voz del cliente debe efectuarse en todo el proceso de producción. Para desplegar la voz del cliente respecto a las características de las partes componentes, de la planeación del proceso y de la producción, se utilizan otras tres casas de la calidad.



CAPÍTULO 3

**QFD PARA UNA EMPRESA
FABRICANTE DE ENVASES
DE VIDRIO.**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PRIMERA MATRIZ (REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE VS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS)

3.1 IDENTIFICAR LAS NECESIDADES DEL CLIENTE.

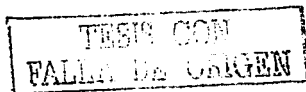
A fin de implementar la función despliegue de la calidad en la empresa fabricante de envases de vidrio Navisa S.A de C.V. Es necesario conocer en principio las demandas primarias de los clientes.

NAVISA que es una empresa fabricante de envases de vidrio; el QFD es para envases de vidrio de hasta 5 Lt de capacidad.

Los envases que se fabrican son principalmente para la industria: vinera, alimenticia, cosmética, cervecera y sodera. Para conocer las demandas primarias del cliente en cuanto a las características del envase se hizo uso de una encuesta para el departamento de diseño y son las siguientes:

- PESO DEL ENVASE
- CAPACIDAD
- DIÁMETRO
- ALTURA
- CORONA
- GRAVADOS Y LEYENDAS
- COLOR
- TAPA

Estas demandas se colocan en el eje vertical para esta matriz, como se muestra en la figura 9.



El papel de las áreas de diseño en el proceso de fabricación de envases.

1. Cumplir con los requerimientos del cliente y al mismo tiempo tener productos que puedan aprovechar las ventajas de los procesos instalados para que se traduzcan en alta rentabilidad y bajo costo.
2. Asimismo se debe trabajar como interfase entre las áreas comerciales y áreas operativas.

Diseño de envases

¿Qué es un diseño?

Un diseño es un trazo sobre un plano o dibujo, que muestra en nuestro caso, la forma y dimensiones generales de un artículo de vidrio destinado a envasar un producto.

Proporciona información, para mostrar al cliente como será el envase que se le fabricará, ya que contiene todas las características necesarias como son:

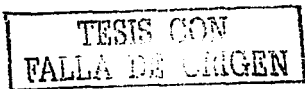
Forma, altura, diámetro, peso, capacidad, corona, etc., al mismo tiempo, le sirve a la empresa como información técnica útil para los departamentos de control de calidad, precios, elaboración de dibujos mecánicos, diseño de empaques, etc.

Es importante mencionar, que un diseño bien estudiado y elaborado proporciona mejor satisfacción del cliente y mejor eficiencia de producción.

Peso del envase

Es muy importante establecer el peso del envase desde que se está diseñando, ya que tenemos dos alternativas básicas:

- Envases retornables
- Envases no retornables



Dentro de los cuales se presentan estos casos:

Artículo pesado por tradición

- a) Artículo con peso regular tendiendo a liviano, como aceiteras, cerveceras, soderas, tarros alimenticios, etc.
- b) Artículos livianos no retornables, como genéricas, algunas vineras, soderas exportación, etc.

1) En artículos pesados se tiene una adecuada distribución del vidrio por ser este suficiente para este fin.

2) En artículos con peso regular deben tener una mejor distribución del vidrio para: evitar problemas de espesor y resistencia a la presión interna en envases con carbonatación.

3) En artículos desechables no retornables se llega al punto de más perfección de un diseño, teniendo que trabajar un diseñador en base a "espesores teóricos" para establecer un buen peso para estos artículos y eliminar problemas de distribución o presión interna dentro de especificaciones de calidad.

La tendencia mundial en la industria de envases de vidrio, es lograr envases cada vez más ligeros y que cumplan con la funcionalidad para el uso final, por lo que todos los nuevos diseños deberán hacerse con el peso mínimo asegurando funcionalidad y calidad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Capacidad

La capacidad de un envase casi siempre es solicitada por el cliente, pero dependiendo de cada línea de envases esta puede ser:

- a) Al derrame
- b) A la base de la corona
- c) A la línea de llenado

LA CAPACIDAD AL DERRAME (A) Es la más importante en tarros para café soluble, mayonesas, mermeladas, alimentos infantiles, etc.

LA CAPACIDAD A LA BASE DE LA CORONA (B) Es la más importante en artículos medicinales, industriales, etc.

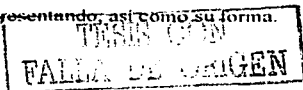
LA CAPACIDAD A LA LINEA DE LLENADO (C) Es la más importante en soderas, cerveceras, vineras, o sea en artículos que llevan gas carbónico y deben resistir una presión interna de 150, 200, 300, libras por pulgada cuadrada o mas.

Diámetro y altura.

El diámetro y la altura de un envase es el resultado del volumen que se desea obtener, basándose en el peso, la capacidad y una forma o silueta particular.

Se pueden diseñar envases desde pequeños frascos para antibióticos, hasta envases de 5 litros con una altura aproximada de 14 pulgadas y diámetros de 6 ½ pulgadas aproximadamente como máximo.

Naturalmente que un diseño de envase terminado le muestra al cliente los datos importantes para diseñar cajas, etiquetas, etc., toda vez que ya conoce la altura y el diámetro del envase que se le está presentando, así como su forma.



Se procesan diseños para las diferentes líneas de envases como son: soderas, cerveceras, sueros medicinales, tarros, vineras, perfumeras, etc., teniendo diferente grado de dificultad para fabricar cada línea, principalmente por su forma.

Coronas

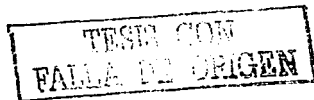
Es muy importante, que todo diseño deba tener el tipo de corona más adecuado al producto que va a contener. Por ejemplo, para soderas y cerveceras son coronas tipo corcholata, para tarros hay coronas con rosca continua o "twist-off", etc.

Para cada tipo de coronas se tienen las tablas de "especificaciones para coronas de vidrio" que contienen los diámetros, alturas, y radios, con todas sus tolerancias para que al fabricar el envase este dentro de ellas y que sea funcional para el cliente. Estas tablas son usadas también por control de calidad para revisar los diferentes envases durante la producción y son la base para diseñar las coronas.

Cuando se reciben ordenes de diseño, en las cuales se pida una corona de la cual no se tengan tablas o especificaciones para vidrio, el departamento de diseño hace las especificaciones con todos los detalles y envía al cliente copias heliográficas de ellas anexas al diseño del envase para que sean autorizadas por el.

Tipos de corona:

- Rosca standard
- Corcho
- Rosca standard gotero
- Inviolable
- Corcholata
- Twist off
- Especial sin rosca



Tolerancias

Todo diseño terminado para un envase, debe contar con las tolerancias adecuadas para las coronas, para la altura, para el diámetro, etc.

Existen estándares para estas, según la altura de un envase o según su diámetro.

Estas tolerancias absorben las deformaciones normales que sufre la botella, al pasar de una alta temperatura al medio ambiente, estas deformaciones pueden ser ovalamientos, sumidas, bajas de altura, altas de altura, etc., como es natural, en envases muy pequeños estas tolerancias son pequeñas, y entre más grande sea un envase, estas se incrementan.

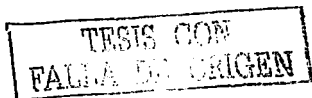
Un dato muy importante, es que estas tolerancias son para la botella terminada, y no tienen nada que ver con la dimensión de un molde, ya que este tiene sus propias tolerancias de maquinado.

Gravados y leyendas

En muchos de los diseños que se procesan, se solicita que se pongan leyendas o gravados para ser realizados en el vidrio o visto de otra manera, cincelados con cierta profundidad en los moldes.

Pero ocasionalmente se solicitan leyendas o gravados hundidos en el vidrio. Lo que hace más difícil la realización de los moldes.

Estas leyendas y gravados generalmente van en los hombros o partes de debajo de la botella; pero cuando son solicitados muy arriba o sea en el cuello, se tiene que tomar en cuenta que es más difícil que marquen bien y se debe convencer al cliente de que no se pongan en esos lugares.



TABLAS SECOM (SECRETARÍA DE COMERCIO)

NORMAS G.P.I. (GLASS PACKAGING INSTITUTE)

Existen tablas que indican tolerancias de medidas y coronas para los envases y también para el peso y la capacidad de estos. En estas tablas que son estándares que la secretaría de comercio federal implantó, le da más importancia a la tolerancia de la capacidad que al del peso, es decir, que visto desde este punto de vista la tolerancia del peso no es muy importante y lo pueden aceptar como un peso aproximado, no así la tolerancia de la capacidad la cual si la consideran muy importante y debe de ponerse en cada diseño que se hace para el país.

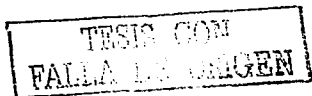
En el caso de diseños para exportación, casi siempre se debe basar en las tolerancias que se usan en los Estados Unidos y que son diferentes a las nacionales.

Para los nuevos diseños se utilizan las tablas de la G.P.I. (GLASS PACKAGING INSTITUTE) cuyas tolerancias cumplen con las especificaciones nacionales e internacionales.

Dibujos mecánicos

Los dibujos de las piezas de la moldura ya adaptados al proceso de fabricación requerido (soplo-soplo, prensa-soplo, etc).

Los dibujos mecánicos están basados en el diseño del envase, pero además tienen otras características adicionales que permiten que con la moldura construida a partir de ellos se puedan obtener envases que cumplan con los requerimientos del cliente.



Ciclo de desarrollo del envase

1. Requerimientos del cliente
2. Elaboración de QFD
3. Elaboración de diseño
4. Elaboración de dibujos mecánicos
5. Elaboración de sección de prueba
6. Prueba en planta
7. Validación de muestras
8. Terminación de moldura
9. Primera carrera
10. Validación de producto

Con el desarrollo del QFD se puede evitar lo siguiente:

Reformas a diseño y dibujos mecánicos

- Las reformas se pueden dar por presentarse problemas en la funcionalidad del envase con el cliente o por problemas durante su fabricación.
- Cuando se requiere cambiar la forma del envase o alguna especificación del cuadro de referencia se debe hacer reforma a diseño.
- Cuando se requiere modificar la moldura pero no se tiene efecto sobre la forma del envase se debe hacer una reforma a dibujos mecánicos.

3.2 IDENTIFICAR LAS NECESIDADES TÉCNICAS

A continuación en la parte horizontal de la matriz, se colocan las características o requerimientos técnicos para lograr las expectativas del cliente los cuales son:

- ESPESOR DE VIDRIO
- RESISTENCIA A LA PRESION
- RESISTENCIA A CHOQUE TERMICO
- PRUEBA DE TEMPLE
- RESISTENCIA AL IMPACTO

TEGIC CON
FALLA DE ORIGEN

Entre los atributos o características técnicas existen correlaciones las cuales indican que atributos están contenidos en otros o bien cuales están en conflicto, como se muestra en la figura 9.

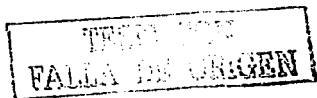
Un punto entre las características técnicas que no tiene una relación muy fuerte se observa entre espesor de vidrio y resistencia al impacto, puesto que para que un vidrio tenga resistencia al impacto debe ser templado, lo cual no depende mucho del espesor del vidrio. Así mismo se tiene una poderosa relación entre resistencia a choque térmico y prueba de temple, ya que dependiendo del temple que tenga el envase va depender la resistencia a choque térmico.

De igual forma la relación entre resistencia a la presión y resistencia a choque térmico es muy grande.

3.3 RELACIONAR LAS NECESIDADES DEL CLIENTE CON LAS NECESIDADES TÉCNICAS

El tercer aspecto es el de la relación que existe entre las necesidades del cliente y las características técnicas, como se muestra en la figura 9.

Por ejemplo el peso del envase está fuertemente relacionado con el espesor del vidrio; así también el diámetro del envase tiene una fuerte relación con la resistencia a la presión del envase, por esta razón los envases soderos y cervecedores son envases de boca angosta y diámetro angosto, para contrarrestar la presión interna. También los envases soderos y cervecedores deben ser de máximo 2 lt de capacidad para tener la seguridad que el tratamiento de temple recibido podrá resistir la presión y el manejo de la botella.



3.4 LLEVAR A CABO UNA EVALUACIÓN DE MERCADO Y PUNTOS CLAVE DE VENTA.

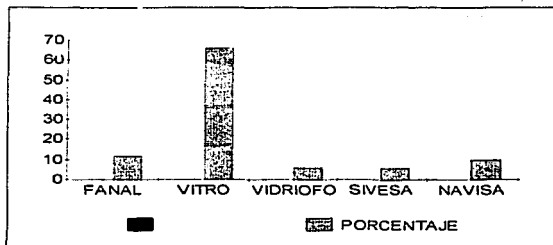
Para el análisis y evaluación respecto a la competencia se hizo una investigación de los principales competidores nacionales de NAVISA, y se muestra en la siguiente gráfica la producción de envases de cada empresa comparado con NAVISA:

FANAL

VITRO

SIVESA

VIDRIOFORMAS



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Como se puede ver los mayores competidores de NAVISA son FANAL Y VITRO, la gráfica muestra el porcentaje de producción de envases de cada empresa.

Donde se ven mayores puntos de venta es en la capacidad de respuesta y costo, VITRO Y FANAL venden sus envases a mayor costo que NAVISA, y con el QFD se busca tener mayor capacidad de respuesta en el diseño del envase, evitando reformas a diseño y retrabajos, al mismo tiempo conservando un costo menor de los envases, y así tener una ventaja competitiva.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.5 Y 3.6

EVALUAR LOS REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LA COMPETENCIA Y DESARROLLAR OBJETIVOS Y DETERMINAR QUE REQUERIMIENTOS TÉCNICOS SERÁN DESPLEGADOS EN EL RESTO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN.

Se comparan las características técnicas de las dos compañías competidoras, la importancia de los objetivos y donde se debe aplicar el despliegue, para lograr la calidad.

Al final de la primera casa se puede deducir que los principales puntos que se deben cuidar y mejorar para conseguir mayor mercado y conservar la preferencia de los clientes ya existentes son:

- Rápida respuesta al cliente en los diseños
- Recolectar información amplia de las necesidades del cliente a corto plazo
- Conservar costo razonable de los envases
- Buscar obtener constantemente productos más resistentes
- Fabricar envases más ligeros
- Fabricar envases libres de defectos

TRABAJE CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

- ⊙ RELACION MUY FUERTE
- △ RELACION FUERTE
- RELACION DEBIL

A VITRO
B FANAL

	ESPESOR DE VIDRIO	RESISTENCIA A LA PRESION	RESISTENCIA A CHOCUE TERMICO	PRUEBA DE TEMPLE	RESISTENCIA AL IMPACTO
PERO DEL ENVASE	⊙	△	△	○	⊙
CAPACIDAD	○	△	⊙	○	△
DIAMETRO	△	⊙	△	△	△
FORMA DEL ENVASE	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
CUTR	○	△	○	○	△
BAJO COSTO	○	△	○	○	⊙
GRAVADOS Y LEYENDAS	△	△	○	△	△
ALURA	△	○	△	○	△
TAPA	○	⊙	⊙	○	○
CORONA	△	○	○	△	⊙
EVALUACION	△	3	4	5	5
COMPETENCIA	H	3	3	3	3
OBJETIVOS	4	4	5	4	3
DESPLIEGUE	*		*		

IMPORTANCIA					EVALUACION DE COMPETENCIA				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
			*	*			H	A	A
			*	*				A	H
			*	*			A	H	A
	*	*	*	*				H	A
			*	*				H/A	A
			*	*				H	A/H

Figura 9. CASA DE LA CALIDAD

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

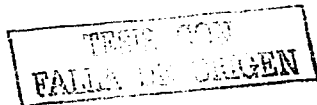
CONCLUSIONES

Por medio del QFD, NAVISA puede obtener grandes beneficios conociendo las necesidades, requerimientos y expectativas de los clientes, lo que ayuda al proceso de toma de decisiones.

Implementando el QFD en el proceso de fabricación de envases de vidrio, se identifican las tareas específicas que asegurarán el cumplimiento de las demandas del cliente. Los empleados deberán estar más capacitados e identificados con los objetivos de la organización.

NAVISA en base a un análisis de mercado y competencia, establece ventajas y desventajas competitivas, lo cual aumenta su eficiencia y productividad.

En el nivel estratégico QFD representa un reto y la oportunidad para que la gerencia general se desvíe de su enfoque tradicional centrado en los resultados, que solamente pueden medirse después de los hechos, y adoptar un proceso más amplio, relacionado con la forma en que se obtienen esos resultados. Bajo QFD todas las operaciones de NAVISA son impulsadas o movidas por la voz del cliente, más que por decretos o edictos de la gerencia general o por las opiniones o deseos de los ingenieros de diseño. En los niveles tácticos y operativos, el despliegue de la función de calidad se aparta del proceso tradicional de planeación de productos, en el que las ideas de productos se originan en equipos de diseño o grupos de investigación y desarrollo, luego de aprueban y afinan, se producen y se lanzan al mercado. Mucho esfuerzo y tiempo se desperdicia en volver a diseñar productos y sistemas de producción hasta cumplir con las necesidades del cliente.



Si desde el principio es posible identificar adecuadamente las necesidades del cliente, entonces ese esfuerzo desperdiciado desaparece, que es el enfoque principal de la idea QFD.

QFD hace que las empresas se beneficien a través de una mejor comunicación y trabajo en equipo entre todos los constituyentes del proceso de producción, como mercadotecnia y diseño, diseño y manufactura, y proveedores. Los objetivos del producto se comprenden mejor y se interpretan también mejor durante el proceso de producción. El uso del despliegue de la función de calidad determina las causas de la satisfacción del cliente, lo que la convierte en una herramienta útil de la gerencia general para el análisis competitivo de la calidad del producto. La productividad, así como las mejoras en la calidad, generalmente son secuela de QFD.

Quizás de mayor significado, sin embargo, es que el despliegue de la función de calidad reduce el tiempo para el desarrollo de nuevos productos. A través de este beneficio Navisa puede reducir el tiempo del desarrollo del producto y llevar más pronto los nuevos productos al mercado, obteniendo por lo tanto una ventaja competitiva.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

APÉNDICE

A continuación se enuncian las Normas Oficiales Mexicanas aplicables a los envases de vidrio.

1. ENVASES FARMACÉUTICOS

La Norma Oficial Mexicana utilizada para estos envases es la NOM-EE-12-1980 "Envases de Vidrio Para Productos Medicinales de Uso Oral y Tópico".

2. ENVASES SODEROS

La Norma Oficial Mexicana para estos envases es la NOM-EE-12-1985 "Envases de Vidrio Para Bebidas Carbonatadas y No Carbonatadas-Especificaciones".

3. ENVASES PERFUMEROS Y COSMÉTICOS

La Norma Oficial Mexicana utilizada para estos envases es la NOM-EE-29-1979 "Envases de Vidrio Para Productos de Perfumería y Cosméticos".

4. ENVASES PARA PRODUCTOS ALIMENTICIOS

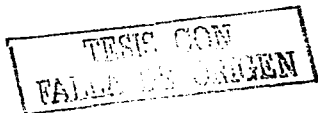
La Norma Oficial Mexicana utilizada para estos envases es la NOM-EE-30-1983 "Envases y Embalaje – Envases de Vidrio Para Contener Alimentos en General".

5. ENVASES PARA PRODUCTOS VINATEROS

La Norma Oficial Mexicana para este tipo de envases es la NOM-EE-32-1983 "Envase y embalaje – Envases de Vidrio Para Bebidas Alcohólicas en General".

7. ENVASES INDUSTRIALES

La Norma Oficial Mexicana para este tipo de envases es la NOM-EE-34-1978 "Envases de Vidrio Para Productos Industriales en General".



BIBLIOGRAFÍA

Bibliográficas

1. KIRK - OTHMER

"Encyclopedia of Chemical Technology"

Vol. 11, Página 807-877

4ª. Edición, John Wiley and Sons

New York, 1994.

2. PAUL, AMAL

"Chemistry of glasses"

2ª. Edición, Chapman and Hall

New York, 1990.

3. AUSTIN T., GEORGE

"Manual de Procesos Químicos en la Industria, Tomo I"

5ª. Edición. Mc. Graw Hill

México D.F. 1990

4. SHAND B. ERROL

"Glass Engineering Handbook"

2ª. Edición. Mc. Graw Hill

New York, 1958

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5. GROOVER, P.M.

“Fundamentos de manufactura moderna: materiales, proceso y sistemas”
Primera edición (página 295-306), Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A.
México D.F. 1997

6. UHLMANN, D.R.

“Glass Science and technology: Structure, microstructure and properties”
Editorial Academic Press, Inc. Boston V(4) (página 346)

7. KAZANAS, H.C.

“Procesos básicos de manufactura”
Editorial McGraw-Hill (página 79-81, 107, 356-360)
México D.F. 1988

8. JAMES R. EVANS

“Administración y control de la calidad”
4ª. Edición. International Thomson Editores
México D.F. 1999

Electrónicas

9. www.duglas.com

10. www.shangai-glass.com

11. www.gedusa.com

