

24



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE
MEXICO**



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA**

**LA IMPORTANCIA DEL USO DE LAS SIETE HERRAMIENTAS BASICAS
EN LA ADMINISTRACION DE LA CALIDAD (SOLUCION DE LA VARIACION
EN LA FABRICACION PARA LA BOTELLA " FIRE 500")**

**TRABAJO DE SEMINARIO DE TITULACION QUE PARA OBTENER
EL TITULO DE INGENIERO QUIMICO PRESENTA:**

JORGE HERNANDEZ FERNANDEZ

ASESOR: I.Q. ARTURO E. MENDEZ GUTIERREZ

MEXICO, D.F. ABRIL DEL 2002.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 ZARAGOZA**

**JEFATURA DE LA CARRERA
DE INGENIERIA QUIMICA**

OFICIO: FESZ/JCIQ/011/02

ASUNTO: Asignación de Jurado

ALUMNO: HERNANDEZ FERNANDEZ JORGE

P r e s e n t e.

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado, la jefatura a mi cargo, ha propuesto a los siguientes sinodales:

Presidente:	I.Q. Hugo Héctor Martínez Rojas
Vocal:	I.Q. Arturo E. Méndez Gutiérrez
Secretario:	Q.F.I. Ma. del Carmen Niño de Rivera O.
Suplente:	I.Q. Gonzalo Rafael Coello García
Suplente:	I.Q. Andrés Aquino Canchola

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

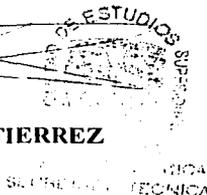
A t e n t a m e n t e

“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”

México, D. F., 19 de febrero del 2002.

EL JEFE DE LA CARRERA

I.Q. ARTURO E. MENDEZ GUTIERREZ



AGRADECIMIENTOS.

***A MI MADRE:**

Por todo el apoyo recibido para finalizar mis estudios, y por su amor incondicional en los peores momentos de mi vida.

***A MIS HERMANOS:**

Por ese espíritu de superación que día a día me inspira a seguir adelante.

***A LUIS MARTINES MAXIMO:**

Por estar siempre dispuesto a ayudar a la familia en cualquier momento y circunstancia.

***A MIS COMPAÑEROS DE OLIMPIA:**

Por su cooperación y ayuda para sobrellevar los momentos difíciles dentro de la empresa, pero muy en especial al Ing. José Antonio Paniagua por darme la oportunidad y ser el pilar en mi formación como profesionista.

***A JAVIER AGUILERA FIGUEROA Y DAVID FALCON HERNANDEZ:**

Por todo el cariño recibido y esos consejos que me dieron los cuales me han ayudado mucho en mi desarrollo personal.

***A MIS SOBRINOS:**

Por estar conmigo y confiar en mí en todo momento. Esperando que esto le sirva de motivación para terminar sus estudios.

INDICE

JUSTIFICACIÓN DEL TEMA -----	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA -----	1
RELACIONES Y/O APORTACIONES A LA DISCIPLINA O CARRERA -----	2
RESUMEN -----	4
INTRODUCCIÓN -----	5
Termoplásticos -----	6
Termofijos -----	6
Usos de los plásticos -----	7
CAPITULO 1	
1.-PRINCIPALES ESTRATEGIAS COMPETITIVAS -----	8
1.1.-Precio -----	8
1.2.-Calidad -----	8
1.3.-Servicio -----	8
1.4.-Acuerdos comerciales entre compañías y proveedores -----	8
1.5.-Fusiones y alianzas comerciales -----	8
CAPITULO 2	
2.-EVOLUCION DE LA CALIDAD -----	9
2.1.-Herramientas estadísticas -----	9
2.2.-La variabilidad de los procesos -----	10
2.3.-Clasificación de los defectos -----	11
2.4.-Importancia del trabajo del Dr. Kaoru Ishikawa -----	11
CAPITULO 3	
3.-LAS 7 HERRAMIENTAS BASICAS -----	13
3.1.-Ventajas de las 7 herramientas -----	13
3.2.-Hoja de Inspección -----	13
3.3.-Diagrama de Pareto -----	13
3.4.-Diagrama "Causa-efecto" -----	14
3.5.-Histograma -----	16
3.6.-Estratificación -----	19
3.7.-Diagrama de dispersión -----	19
3.8.-Graficas de control -----	19

CAPITULO 4

4.-SOLUCION DE LA VARIACION EN LA FABRICACION PARA LA BOTELLA "FIRE 500" -----	20
4.1.-Planteamiento del problema -----	20
4.2.-Hoja de inspección -----	20
4.3.-Diagrama de Pareto -----	20
4.4.-Diagrama "Causa-efecto" de los 3 principales problemas -----	26
4.4.1.-Diagrama "Causa-efecto" para variación de peso -----	27
4.4.2.-Diagrama "Causa-efecto para pared delgada -----	28
4.4.3.-Diagrama "Causa-efecto para colapsamiento -----	29
4.5.-Histograma -----	30
4.5.1.-Diagrama del histograma -----	34
4.6.-Estratificación -----	35
4.7.-Diagrama de dispersión -----	35
4.8.-Carta de control -----	35
4.9.-Comprobación de los resultados obtenidos para la botella FIRE 500 -----	38
CONCLUSIONES -----	40
BIBLIOGRAFÍA -----	42

JUSTIFICACION DEL TEMA.

Durante cualquier proceso productivo o servicio, existe variación en cada una de las actividades a desarrollar; dichas variaciones nos ocasionan costos extras al producto como son mermas, desperdicios, tiempos muertos de producción, daños a equipos entre otros.

Por lo que es de suma importancia mantener el proceso controlado lo mejor posible y cuando se llegue a presentar algún suceso inesperado encontrar la solución lo antes posible y al menor costo.

En la administración de la calidad las 7 herramientas es el método mas utilizado para asegurar la calidad en el proceso de fabricación de botellas de plástico ya que:

Las 7 herramientas básicas nos guían paso a paso desde como recabar la información fácil y expedita, además el personal involucrado a nivel técnico u obrero puede resolver y comprender dichos resultados, sus diagramas (pareto, estratificación, histograma y dispersión) nos permiten ver de forma inmediata el comportamiento del proceso.

El costo de su implementación es muy bajo ya que se pueden elaborar con un simple lápiz, aunque afortunadamente, con el tiempo han evolucionado y se han hecho más elaboradas, y ello se debe en gran parte a programas de software.

No se necesita de personal altamente calificado ya que el propio operador, con la ayuda de su hoja de control puede identificar fácilmente, cuando el proceso esta a punto de salirse de control e inmediatamente llevar a cabo la acción correctiva más efectiva.

Nos enseña a trabajar en equipo para la solución de problemas por medio de una lluvia de ideas (gráfica "causa- efecto"), en la cual todo el personal involucrado puede dar su opinión del porque piensa que el proceso se encuentra fuera de los parámetros establecidos, así con estas sesiones todo el personal tiene conocimiento fresco del proceso.

Los resultados obtenidos tienen un alto grado de confiabilidad, estas herramientas se aplican para cualquier proceso o servicio.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El día 15 de octubre del 2001 se presentaron problemas en la fabricación de la botella "FIRE 500", en los lotes marcados con los números 150110-001, 150110-002 y 150110-003, se encontró que el 2% de la producción presentaba pared delgada (menos del mínimo especificado), el 3% peso bajo y un 1% de esta producción no soportaba las pruebas de colapsamiento. Se decidió por tal razón, realizar el estudio del proceso por el método de las 7 herramientas para conocer las causas que provocaron dichos defectos.

Como primer paso se recabó la información necesaria por medio de la hoja de inspección.

Con esta información se realizó el diagrama de Pareto y el diagrama del porcentaje acumulado de los defectos encontrados en los lotes antes mencionados, para encontrar el 80% de las causas.

Paso siguiente se formo un grupo de trabajo con todas las personas involucradas en la fabricación de la botella "Fire 500", y se elaboró el diagrama "causa-efecto" de cada uno de los problemas para encontrar la causa raíz del problema.

Se realizó el histograma correspondiente para conocer en que rangos se localiza la mayor parte de la producción.

Se hizo la estratificación del total de los defectos para identificar en que turno existe la mayor variabilidad en la fabricación de la botella "Fire 500". Así como el diagrama de dispersión para conocer si existe alguna correlación entre los defectos en las botellas.

Por último se realizó la hoja de control para poder visualizar por medio de la gráfica cuando el proceso se encuentra a punto de salirse de control.

Se elaboró la hoja de conclusiones y resultados obtenidos de este estudio.

RELACION Y/O APORTACIONES A LA DISCIPLINA O CARRERA.

La participación del Ingeniero Químico en la administración de la calidad es de suma importancia, en el ambiente laboral de hoy en día en donde cualquier variación en el proceso o servicio representa un alto costo al producto.

El Ingeniero Químico cuenta con los conocimientos de balances de Masa y Energía para hacer frente a las variaciones que pueden surgir durante el proceso productivo como son: presión, temperatura, concentración, ciclos de producción, peso, capacidad del envase entre otros, y poder llevar a cabo las acciones preventivas y correctivas adecuadas.

Sus conocimientos de administración le permite desarrollarse en el área de compras así como en el área de ventas, los conocimientos adquiridos de química le abren el campo de trabajo para el área de recibo y embarque de materias primas y producto terminado.

Sus habilidades de liderazgo le proporcionan la facilidad para poder interactuar con gente a todos los niveles de la empresa y poder así encaminar el trabajo en equipo.

En el área de aseguramiento de calidad el Ingeniero Químico es de gran utilidad ya que puede realizar toma de decisiones y realizar controles estadísticos de procesos.

En el área de sistemas el Ingeniero Químico se desarrolla excelentemente en la logística, ya que él es capaz de realizar el plan de producción de acuerdo a las necesidades y/o prioridades de cada uno de los eslabones de la cadena de suministro.

Sus conocimientos de computación son de suma importancia para la elaboración de diseños de producto por medio de diseños en autocad y programación para facilitar el trabajo dentro de la empresa.

En el área de diseño, mantenimiento de equipo, y automatización el Ingeniero Químico se desenvuelve como ningún otro para la selección más adecuada para el proceso a desarrollar.

RESUMEN.

En la actualidad en donde la competitividad de las empresas, aunado a los recientes tratados internacionales y la tendencia a la globalización, y donde el cliente cada vez es más exigente en sus necesidades, las posibilidades de subsistencia de cualquier empresa esta basada en la mejora continua de sus productos y servicios. La industria de hoy en día esta enfocando todos sus esfuerzos en la optimización de sus procesos productivos, mismos que en muchas ocasiones, debido a sus características propias se vuelven difíciles de controlar, es de suma importancia el desarrollo de una conciencia laboral, en el ámbito de la administración de la calidad, para poder así reducir costos al producto, mediante una disminución en costos de producción. Esto significa, menos pérdidas en mermas, tiempos muertos de producción, mejoras al producto, calidad en el servicio, entregas en fechas programadas, entre otros. Sin que esto afecte económicamente a ningún eslabón dentro de la cadena de suministro, logrando así la total satisfacción, tanto del cliente como de proveedores.

De lo anterior, es que en el presente trabajo se presenta el método de las 7 herramientas básicas, el cuál nos ayuda a conocer las variables que nos pueden llegar a afectar nuestro proceso o servicio, y poder implementar las acciones necesarias para estabilizar dichas variables.

Debido a que el trabajo está basado en el control estadístico de proceso para la fabricación de una botella de plástico ("FIRE 500"). El primer paso es dar una pequeña introducción al desarrollo de los plásticos y la importancia de estos hoy en día. Así como las principales estrategias competitivas de las empresas para subsistir en el mercado.

Seguido de este se presenta un panorama de la evolución de la calidad y la importancia del trabajo del Dr. Kaoru Ishikawa en el desarrollo de la administración de la calidad.

También se describe propiamente las 7 herramientas básicas y la forma en como nos facilitan el control del proceso.

Por último se presenta como ejemplo la solución de la variación en la fabricación para la botella "FIRE 500", por medio de las 7 herramientas.

INTRODUCCIÓN.

La palabra plástico se uso originalmente como adjetivo para denotar un cierto grado de movilidad o facilidad de un objeto o material para adquirir cierta forma.

La American Society for testing Materials (ASME), ha definido un plástico como "Un material que contiene como ingrediente esencial una sustancia orgánica de peso molecular alto, que es sólido en su estado final y a la que, en algunas de sus etapas de fabricación o de procesamiento en sus artículos terminados, puede dársele forma por medio de flujo líquido".

Al principio el hombre primitivo uso los polimeros naturales para obtener herramientas, armas y en algunos casos como los Mayas utilizaban ya balones de caucho, un material extraído del Látex de la Eva (árbol que llora), como diversión. Pero fue hasta el siglo XIX que el hombre empezó a modificar los polimeros para crear plásticos al principio modificando los materiales poliméricos naturales.

En 1863 los hermanos HYATT, impresores de Albany (Nueva York), idearon un nuevo proceso para fabricar bolas de billar: primero barnizaron con coloido las esferas formadas con papel comprimido; luego utilizaron el coloido como aglomerante; finalmente, constituyeron en caliente y bajo presión, una mezcla de nitroglicerina (2/3) y alcanfor (1/3). La patente se registro en 1870.

Los plásticos totalmente sintéticos se introdujeron en 1908.

El doctor Leo Backeland desarrolla un material Fenolico que se vendió con el nombre comercial de Baquelita, este material se convirtió en el plástico usual para receptores telefónicos, aislantes, y asas para utensilios de cocina.

El campo de los plásticos inicio su proliferación al conocerse los principales principios de la química de la polimeracion, a continuación se mencionan algunos de los plásticos más importantes junto con sus fechas aproximadas de comercialización:

1870	CELULOIDE (NITROCELULOSA)
1908	BAQUELITA (FENOLICO)
1918	ACETATO DE VINILO
1927	ACETATO DE CELULOSA
1928	UREAS
1931	ACRILICOS
1936	CLORURO DE POLIVINILO (PVC)
1938	ACETATO-BUTIRATO DE CELULOSA
1938	POLIAMIDAS (NYLON)
1938	POLIESTIRENO
1939	MELAMINAS
1939	CLORURO DE POLIVINILIDENO
1942	POLIETILENO
1942	POLIESTERES
1943	SILICONES
1943	TEFLON

- 1947 EPOXI
- 1948 ACRILONITRILLO-BUTADIENO-ESTIRENO (ABS)
- 1949 POLICLOROTRIFLUOROETILENO (KEL-F)
- 1953 POLIURETANOS
- 1957 POLIPROPILENO
- 1958 ACETALES
- 1959 POLICARBONATO
- 1964 OXIDO DE POLIFENILENO
- 1964 POLIAMIDA
- 1965 POLISULFONA
- 1966 POLIMETILEPENTENO (TPX)
- 1969 POLIESTER DE TERAFTALATO DE POLIBUTILENO (PBT)
- 1973 POLIBUTILENO.

Los plásticos se clasifican de acuerdo al comportamiento al calor en:

TERMOPLÁSTICOS.

Son aquellos materiales que se reblandecen o funden por la acción del calor para formar un artículo. Pero si se les vuelve a aplicar calor tienen la posibilidad de fundirse nuevamente y modelar un producto nuevo y diferente.

TERMOFIJOS.

Son aquellos materiales que una vez que han sido transformados en una pieza por calor y presión, al aplicarles nuevamente calor se degradan o carbonizan eliminando toda posibilidad de ser procesados.

La industria mexicana del plástico, surgida en 1948, es actualmente la principal proveedora de artículos de plástico del país y de gran parte del mundo.

Así como una de las principales generadoras de empleo y riqueza al país, puesto que hoy en día da ocupación a más de 100 mil personas y mantiene una exportación aproximada de 100 millones de dólares.

Existen en el país más de mil 500 micro, medianas y grandes empresas plásticas, en la mayoría de los estados de la República existen industriales visionarios del plástico, generando empleos, divisas, tecnología y beneficios a la sociedad.

La industria del plástico en México es una de las más importantes y de gran utilidad para todos, ya que el 80% de los artículos que utilizamos los mexicanos están hechos de plástico, principalmente en la industria automotriz, médica, eléctrica y doméstica, debido a la gran utilidad, rentabilidad y bajo costo del plástico, el cartón y el vidrio tienden a desaparecer en la elaboración de diversos productos de que están hechos hoy en día.

UNA HISTORIA QUE HA CAMBIADO EL ASPECTO DEL MUNDO.

Durante los últimos cincuenta años la industria de las materias plásticas tubo un desarrollo de proporciones gigantescas, superando a la industria del acero. Después de 1945 poliestireno, poliestileno, cloruro de polivinilo, poliamidas, polimetilmetacrilato y sucesivamente polipropileno han entrado en las casas de todos nosotros, independientemente de la condición social, en las ciudades más remotas como en las grandes ciudades, en los países industrializados como en las economías agrícolas.

Se dice que en este momento el 80% de los artículos que utilizamos los mexicanos están hechos de plástico. Para demostrar un poco de la gran utilidad de los plásticos en nuestro entorno podemos mencionar los siguientes:

EMPAQUES Y ENVASE:

Película metalizada: Botanas, chocolates, dulces, etc.

Película biorientada: Sopas, cigarros, sector Textil, Frutas y verduras, carnes frías, etc.

Botellas: Vinagres, salsas, mayonesas, agua purificada, cosméticos, flejes, garrafones, contenedores, cajas de uso industrial, costales de rafia, tapas de todo tipo, etc.

Usos en la industria automotriz.

- *Acumuladores de automóviles.

- *Tableros automotrices.

- *Ductos para calefacción.

- *Filtros de aire.

- *Parrillas

- *Ventiladores.

Usos para electrodomésticos

- *Cafeteras.

- *Carcasas.

- *Aspas de Lavadoras.

- *Mangos y asas para trastos.

- *bocinas.

Usos para equipo eléctrico y electrónico.

- *Recubrimientos de cable y alambre.

- *mangos de herramientas.

- *Gabinetes de radio y televisión.

- *vídeo cassetes.

- *Cintas para audio y video.

Usos para artículos domésticos.

- *Vasos.

- *Platos.

- *Charolas.

- *Hieleras.

- *Popotes.

- *Contenedores de alimentos.

Usos para consumo popular.

- *Portafolios

- *Jeringas desechables

- *Cosméticos.

- *Juguetes.

Otros usos.

- *Tubería.

- *Cascos de seguridad.

- *Laminaciones.

CAPITULO 1**1.- PRINCIPALES ESTRATEGIAS COMPETITIVAS.**

En la actualidad el mercado de los plásticos esta muy competido, debido a los tratados comerciales entre diferentes países, por lo cual es necesario desarrollar estrategias competitivas que satisfagan de una u otra forma las necesidades del mercado, basadas en algunos de los principales factores que influyen en la compra de: materia prima, equipo producto terminado, o servicio. Algunas de las estrategias competitivas son las siguientes:

1.1.- **PRECIO:** Esta estrategia es una de las mas usadas para abrir mercado a nuevos productos; promociones (ofertar el producto Ej. 2x1), reducción del costo del producto en un cierto porcentaje con respecto a una cierta cantidad de producto comprado, Esto nos sirve también para vender todo el material rezagado en almacén.

1.2.- **CALIDAD:** Una importante estrategia para ganar mercado es proporcionar productos de alta calidad para satisfacer las necesidades del consumidor, ya que con esto se puede bajar el grado de incertidumbre de nuestros clientes. Aunque esto puede llevar implícito un aumento en el costo del producto en comparación con la competencia.

1.3.- **SERVICIO:** Muchas empresas basan sus ventas en el servicio que proporcionan al cliente al momento de la compra como pueden ser entregas en el momento preciso ("justo a tiempo"), capacitación del personal que maneja el equipo, colocación, así como, garantía de reposición y mantenimiento en caso de ser necesario, asesorías legales y comerciales.

1.4.- **ACUERDOS COMERCIALES ENTRE COMPAÑIAS Y PROVEEDORES:** Es muy común realizar acuerdos comerciales que nos aseguren la materia prima o el producto terminado en el momento requerido y no estar sujetos a cambios y escasez en el mercado lo que ocasionaría mal servicio a nuestros clientes y un paro de maquinas por falta de materia prima lo cual aumenta la incertidumbre de nuestra industria con los clientes.

1.5.- **FUSIONES Y ALIANZAS COMERCIALES:** En este momento las grandes compañías se llevan la mayor parte de las ventas, debido a su infraestructura (máquinas más rápidas y exactas, automatizadas, casi sin fallas mecánicas, eléctricas o neumáticas), lo que provoca un costo mas bajo al producto.

Contra este desarrollo las pequeñas o medianas industrias han optado por fusionarse con las grandes compañías para formar un monopolio o entre ellas para poder competir (o en algunos casos subsistir) en el mercado con las industrias líderes.

En este punto también se puede catalogar las alianzas entre compañías líderes en algún componente para que al unirse 2 o más compañías líderes den como resultado un producto mucho mejor que el de la competencia.

CAPITULO 2

2.- EVOLUCION DE LA CALIDAD

Los conceptos de calidad han tenido su gran desarrollo durante los últimos 50 años y han ido evolucionando día a día.

Antes de la revolución Industrial los operadores realizaban el trabajo de fabricación de un producto y eran los responsables de la calidad del trabajo y por lo tanto la de los productos. F.W. Taylor introduce la división del trabajo, en las fabricas se forman los grupos de trabajo y cada grupo hace una etapa de la producción, los operarios del mismo grupo hacen el mismo tipo de trabajo, pero no hacen el producto completo. En ese momento surge el capataz que se responsabiliza de que los operarios trabajen bien y de la calidad de los productos que tiene a su cargo.

La producción aumenta, entre otras razones por la primera guerra mundial, el sistema de producción se vuelve más complejo por la necesidad de producir en grandes cantidades. Cada capataz tiene que vigilar mucha gente o muchos grupos. Surge la necesidad de separar el trabajo de vigilar la cantidad de trabajo y el de cuidar la calidad, dando nacimiento a los inspectores de calidad (1918- 1937).

En los años veinte el Dr. W.A. Shewhart de los laboratorios Bell Telephone, fue el primero en proponer en 1924, una grafica de control con el fin de eliminar variaciones en los procesos naciendo así el llamado Statistical Quality Control.

La segunda guerra mundial obliga al crecimiento de la producción en masa, surge la aplicación de la estadística en forma de control de la calidad, surge la inspección por muestreo en vez de inspeccionar al 100% (1937-1950).

En los 50's Deming, fortalece los principios de control estadísticos de calidad y los lleva a Japón dándole gran importancia a la educación en control de calidad para ingenieros, se introducen las 7 herramientas básicas de Ishikawa.

2.1.- HERRAMIENTAS ESTADISTICAS.

El papel de los métodos estadísticos en la administración de los procesos de producción.

Si fabricamos un producto usando materiales de exactamente la misma calidad, maquinas y métodos de trabajo idénticos y si inspeccionáramos estos productos exactamente de la misma manera no importa cuantos productos se fabriquen, todos ellos deben ser idénticos mientras las cuatro condiciones anteriores sean idénticas. Es decir todos los productos cumplirán o no con los requisitos solicitados por el cliente. Todos ellos serán defectuosos si los materiales, la maquinaria, el método de trabajo o la inspección son inadecuados. En este caso se producirán productos defectuosos exactamente idénticos mientras no haya fallas en las cuatro condiciones mencionadas, los productos que resulten deben ser "idénticamente" productos no defectuosos.

Con respecto a los productos que fabricamos es casi imposible que todos ellos salgan defectuosos. Pero siempre hay la incertidumbre de la variación y se puede dar que uno de ellos llegue a salir sin cumplir los requisitos necesarios.

La causa de que se presenten productos defectuosos en un mismo lote es como ya se había mencionado debido a la variación. La variación en materiales, en las condiciones de la maquina, en los métodos de trabajo y en las inspecciones, son las causas de los productos no conformes. Si no existiera ninguna de estas variaciones, todos los productos serian idénticos y no habría variación en calidad tales como la ocurrencia de productos defectuosos y no defectuosos.

Un producto se considera no defectuoso (aceptable) si las características de calidad satisfacen ciertos requisitos y defectuoso si no las reúne. Por lo tanto, aun los productos aceptables presentan variación dentro del mismo requisito. Es decir que no existen los productos exactamente iguales de los que hablamos antes.

Los productos defectuosos son causados por las variaciones. Si esas variaciones se reducen, disminuirán los productos defectuosos.

El proceso de encontrar las causas de los productos defectuosos entre muchos factores se llama diagnóstico del proceso. Para reducir el numero de productos defectuosos, la primera acción necesaria es hacer un análisis para conocer cuales son las verdaderas causas de que se presenten los defectos. Si esto no se hace correctamente será imposible reducir el numero de productos defectuosos.

Los métodos estadísticos proporcionan un medio eficaz para desarrollar una nueva tecnología y controlar la calidad en los procesos de manufactura. El conocimiento de los métodos estadísticos se ha convertido en parte fundamental de la capacitación de un Ingeniero.

2.2.- LA VARIABILIDAD DE LOS PROCESOS

La manufactura industrial frecuentemente implica la producción masiva del mismo tipo de producto. Es necesario mantener la variación de las características de calidad de estos productos en el menor rango posible, y lograrlo es una de las tareas más importantes del control de la calidad. Las variaciones en las características de los productos son causadas por cambios en un gran número de factores que afectan la calidad. Estos generalmente pueden clasificarse en los siguientes cuatro elementos:

- 1) Variación en los materiales
- 2) Variación en la maquina y los equipos
- 3) Variaciones humanas y del método de trabajo
- 4) Variación en las mediciones

Estos se llaman las 4Ms de las variaciones, y las variaciones en las características de calidad se presentan como la suma de estos cuatro tipos de variaciones. Debemos averiguar que tan frecuentemente se dan este tipo de variaciones, que tanto afectan a la calidad del producto y cuáles de estas variaciones se pueden controlar. Las actividades básicas de control de calidad en la industria son los análisis repetidos y las mejoras para reducir las

variaciones que afecten la calidad del producto empezando con esto, es necesario determinar la magnitud de las actuales variaciones y luego proceder con el análisis de los factores que las originan.

2.3.- CLASIFICACION DE DEFECTOS

DEFECTO CRITICO:

Un defecto critico es definido como cualquier defecto que a juicio y experiencia indica que puede resultar en una condición de peligro para cualquier individuo que tenga contacto con el componente o producto, o que puede violar cualquier Ley Gubernamental o de Seguridad.

DEFECTO MAYOR:

Un defecto mayor es definido como cualquier defecto o desviación de las especificaciones o estándares que a juicio o experiencia indica que puede dar productos inusables, evitar eficientemente la manufactura, evitar que el producto llegue intacto al cliente, causar maltrato al producto o causar insatisfacción del cliente.

DEFECTO MENOR

Un defecto menor es definido como cualquier defecto el cual puede permitir la adecuada función del producto pero desviándose de los estándares establecidos.

2.4.- IMPORTANCIA DEL TRABAJO DEL DR. KAORU ISHIKAWA.

Kaoru Ishikawa nació en Japón en 1915, se graduó en el departamento de Ingeniería de la Universidad de Tokio en 1939. En 1947 lo nombran profesor auxiliar de la misma. Obtuvo su doctorado en ingeniería. Le han concedido premios como el premio Deming y el premio de la prensa de Nihon Keizai, el premio industrial de la estandarización por sus escritos en control de calidad y la concesión de Grant en 1971 de la Sociedad Americana para el control de la calidad por su programa de la educación sobre control de calidad. Ishikawa murió en abril de 1989.

Como los otros gurus de la calidad Kaoru ha prestado atención particular en usar las técnicas estadísticas en el logro de la calidad en la industria, en el nivel técnico más simple, su trabajo ha acentuado la buena colección de datos y la presentación, el uso de los diagramas de Pareto y el diagrama de "causa-efecto". Él acentúa la comunicación abierta del grupo como crítica a la construcción de los diagramas.

Los diagramas de Ishikawa son útiles como herramientas sistemáticas para descubrir, clasificar y documentar las causas de variación de la calidad en la producción y organizar relaciones mutuas entre ellas.

Otras técnicas que Ishikawa ha acentuado incluyen cartas de control, diagramas de dispersión, el papel de la probabilidad binomial y la inspección por muestreo.

Los conceptos y los métodos sobre el control de calidad se utilizan para solucionar problemas durante el proceso de producción, para el control de materias primas, diseño de nuevos productos, para que el análisis ayude a la gerencia a decidir la política, para solucionar problemas en ventas, personal y departamentos administrativos.

El control de calidad interviene en la administración de la calidad interna como externa (clientes y proveedores).

Los resultados de tal acercamiento son:

- 1.- La calidad del producto se mejora y llega a ser uniforme. Se reducen los defectos.
- 2.- La confiabilidad de mercancías se mejora.
- 3.- Se reduce el costo.
- 4.- Se aumenta la cantidad de producción, y llega a ser posible hacer planes de fabricación racional.
- 5.- Se reduce el trabajo y los desperdicios.
- 6.- Se establece y mejora la técnica.
- 7.- Se reducen los costos de inspección.
- 8.- Los contratos entre el vendedor y comprador se racionalizan.
- 9.- Se agranda el mercado de las ventas.
- 10.- Se mejora la relación entre departamentos.
- 11.- Se reducen los datos e informes falsos.
- 12.- Las discusiones se realizan más libre y democráticamente.
- 13.- Las reuniones transcurren mas suavemente.
- 14.- Las reparaciones e instalación del equipo dentro de las instalaciones se hacen más racionalmente.
- 15.- Se mejoran las relaciones humanas.

CAPITULO 3

3.- LAS 7 HERRAMIENTAS BÁSICAS.

3.1.- VENTAJAS DE LAS SIETE HERRAMIENTAS.

- Dan información acerca del comportamiento del proceso
- Las herramientas estadísticas por si solas no efectúan el mejoramiento continuo, solo transmiten información
- Ayudan a distinguir entre la variación normal del proceso y la variación excesiva debido a causas especiales
- Ayudan a decidir cuando tomar una acción correctiva
- Ayudan a decidir si la acción correctiva es efectiva
- Ayudar a asignar nuestro tiempo para solución de problemas
- Ayudan a establecer la estrategia operativa más económica
- Ayudan a localizar las causas básicas de los problemas

3.2.- HOJA DE INSPECCIÓN.

La hoja de inspección es un formato especial, diseñado para levantar datos fácilmente sobre determinando proceso o situación.

En la hoja de inspección se especifican todos los artículos o factores sobre los que se levantan información.

USO DE HOJAS DE INSPECCIÓN

- Determinar la incidencia de determinado error o defectos y el periodo en que se presentan.
- Ubicar en que parte de un proceso se da la mayor cantidad de fallas
- Localizar aquellos departamentos o áreas donde se registran el mayor número de anomalías
- Determinar cuantitativamente el nivel de la mejoría.

3.3.- DIAGRAMA DE PARETO

El diagrama de pareto es una gráfica de barras que muestra la cuantificación de los datos obtenidos y permite hacer comparaciones basadas en hechos observados. Su objetivo es la comparación visual del porcentaje de incidencia de cada factor considerado en la gráfica.

A este diagrama le viene su nombre del ingeniero y sociólogo italiano Wilfrido Pareto que vivió en el siglo pasado.

USOS DEL DIAGRAMA DE PARETO

El diagrama de pareto es de gran utilidad en la segunda etapa del proceso de mejoramiento de la productividad y la calidad, lo que se busca es determinar con precisión el problema a resolver. En el que están representados los datos contenidos en la hoja de inspección.

Entre los factores que se relacionan con una situación problemática, siempre existen pocos que son los que impactan hasta en un 80% la situación problema y pueden existir muchos factores triviales que únicamente influyen en el problema en un 20% entre todos (regla del 80 – 20).

El diagrama de pareto facilita la determinación del factor o factores que representan aproximadamente el 80% del problema, distinguiendo aquellos que no representan más de un 20% del problema.

Es importante determinar los factores vitales de un problema ya que la experiencia dice que es más fácil disminuir en un 50% un problema importante, que eliminar totalmente varios problemas pequeños.

El diagrama de pareto es también importante para mostrar las mejoras consignadas sobre el problema. Después de un periodo en el que el problema ha sido atacado es necesario hacer una comparación con el pareto elaborado en la etapa en que apenas se estaba determinando el problema.

PASOS PARA CONSTRUIR UN DIAGRAMA DE PARETO

- 1.- Seleccionar los problemas a ser comparados
- 2.- Seleccionar la unidad de medición del patrón de comparación (costo, frecuencia, etc.,)
- 3.- Elija el periodo de tiempo (1 día, 1 semana, 1 mes, etc.)
- 4.- Reúna los datos necesarios de cada categoría
- 5.- Compare la frecuencia o costo de cada categoría con respecto a los demás y agrúpelas en una tabla
- 6.- Reagrupe en una tabla en orden decreciente y calcular el % de contribución de cada problema y el % acumulado
- 7.- Elabore una grafica determinando sobre el eje de las "Xs" en orden decreciente las categorías asignándole su valor correspondiente
- 8.- Obtener conclusiones

3.4.- DIAGRAMA CAUSA – EFECTO

Para solucionar un problema mayor, detectado a través, del diagrama de pareto, el equipo necesita analizar y determinar qué es lo que está causando dicho problema.

El diagrama "causa – efecto", es una técnica que le permite al equipo seguir un método que le facilite determinar y jerarquizar las causas que proveen el problema en estudio.

CAUSAS QUE PROVOCAN PROBLEMAS DE PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD.

METODO DE TRABAJO.

Cuando Se realizan los trabajos sin métodos o sin procedimientos, es frecuente que se realicen movimientos inútiles o que se dupliquen algunas actividades. Cuando no se estandariza la forma de hacer las labores, cada persona las realiza a su modo y por lo tanto, no se lleva a cabo en la forma optima.

MAQUINARIA O EQUIPO.

Cuando existe carencia de equipo o descomposturas frecuentes, la productividad y calidad con la que deben obtenerse los productos se ve gravemente afectada.

MATERIAL UTILIZADO.

Existen casos en los que para obtener un ahorro en la adquisición de las materias primas, se consigue material de mala calidad que va a provocar reproceso, descomposturas en los equipos, devolución de productos, desperdicios, etc. o en los casos en los cuales se adquieren materiales similares al especificado por no encontrarse el adecuado en el mercado.

MANO DE OBRA.

El personal que interviene en el proceso, es otro factor de muy alta importancia en el resultado del producto. Con gente que no sabe o no quiere hacer sus labores, entonces las cosas no salen correctamente y el costo estándar para obtener un producto o servicio se eleva al presentarse desperdicios, reprocesos, daños a equipo, etc.

En el diagrama Causa – Efecto se fundamenta el orden de análisis en estas cuatro grandes categorías de causa, conocidas como las 4Ms:

- Materiales
- Métodos de trabajo
- Maquinaria
- Mano de Obra

El diagrama Causa – Efecto o diagrama de pescado (por su parecido con el esqueleto de un pescado) fue desarrollado por el Dr. Kaoru Ishikawa en la Universidad de Tokio Japón en 1953 por esta razón también se conoce como diagrama de Ishikawa.

PASOS PARA CONSTRUIR EL DIAGRAMA “CAUSA – EFECTO”

- 1.- Identificar el problema a analizar (el cual será la cabeza del pescado)
- 2.- Establecer la lista de todos los factores que influyen en el problema a través de la lluvia de ideas.
- 3.- Determinar los factores que dan lugar a otros y cuál es la relación entre ellos.

- 4.- Las espinas representan a las posibles causas del problema.
- 5.- Sobre las espinas se deberán anotar los factores (ramificaciones) que se consideran influyen a los principales.

USOS DEL DIAGRAMA "CAUSA-EFECTO".

- 1.- Identificar las causas que provocan el efecto o determinar la meta.
- 2.- Establecer las relaciones entre los factores causales y las características de calidad.
- 3.- Fijar metas y lograr efectos.
- 4.- Diseñar y entrenar sobre el mismo proceso a los participantes que desarrollan el proceso.
- 5.- Identificar que causa se debe atacar primero para alcanzar el efecto (solución).

BENEFICIOS DEL DIAGRAMA "CAUSA-EFECTO".

- 1.- El proceso de construcción del diagrama es educativo, obliga a la discusión y unos aprenden de otros.
- 2.- Facilita el entendimiento y comprensión del proceso.
- 3.- Promueve el trabajo en equipo le ayuda al grupo a concentrarse en el tema de discusión.
- 4.- Permite identificar como mejorar el resultado deseado.
- 5.- El resultado es una búsqueda activa de la causa.
- 6.- Crea la disciplina de observar y recabar datos.
- 7.- Mantiene vivo entre el personal, el conocimiento sobre el proceso.
- 8.- Aplica al análisis de cualquier problema.

3.5.- HISTOGRAMA.

Se emplea para medir la frecuencia con que ocurre un evento. En el eje de las "Xs" se coloca la variable medida en intervalos y en el eje "Y", la frecuencia con que se presenta.

Nos deja ver claramente la frecuencia con que se presentan determinados valores en el proceso.

Permite observar la variabilidad del proceso y comparar contra especificaciones.

PASOS PARA CONSTRUIR UN HISTOGRAMA

Se determina el rango de la variable

$$R = VM - Vm$$

VM= El valor mayor observado de la variable

Vm= El valor menor observado de la variable

Se determina la amplitud de cada clase mediante el siguiente mecanismo:

- a) Se calcula R/K , donde K es un valor que depende del número de datos N , y el valor de K se realiza conforme al siguiente criterio.

TABLA No. 1 Valores de K de acuerdo al número de datos (N)

N	K
De 1 a 50	De 5 a 7
De 51 a 100	De 6 a 10
De 101 a 250	De 7 a 12
De 251 a mas	De 10 a 20

- b) El valor de R/K resultante se expresara siempre en las mismas unidades decimales de los datos manejados. Redondeando su valor a la unidad decimal inmediata superior correspondiente denotando este resultado por la letra A .

EJEMPLO: Para un cuadro de datos con números enteros

30 15 12 Si $R/K = 7.05$ entonces $A = 8$
 10 8 21

Para un cuadro de datos con números que estén expresados en décimas:

1.7 4.3 2.5 Si $R/K = 0.713$ entonces $A = 0.8$
 8.8 5.3 7.7

- c) La amplitud de los intervalos es el valor de A

Se obtienen los límites reales o fronteras de cada clase.

Si $X^* = V_m - (1/2)U$; y si U representa el valor de la unidad decimal mínima de los datos, las fronteras inferior (F_1) y superior (F_s) de cada clase se calcula de la siguiente manera.

FRONTERAS

INTERVALOS	F_1	F_s
1	X^*	X^*+A
2	X^*+A	X^*+2A
3	X^*+2A	X^*+3A
⋮	⋮	⋮
R	$X^*+(r-1)A$	X^*+rA

El número de clase o intervalos que se construyan debe ser tal, que el valor máximo de los datos, V_m quede comprendido dentro del intervalo r .

Se determina el punto medio de cada intervalo, el cual se conoce como marca de clase y se calcula usando la formula:

$$Xi: F1i+F2i/2, i = 1,2 \dots r$$

Donde $F1i$ y $F2i$ son la frontera inferior y superior de la clase i respectivamente.

Se determina el número de datos (F_i) que quedan ubicados en la clase i , en donde $i=1,2,3,\dots R$,

f_i = Es llamada la frecuencia absoluta de la clase i , y

$$f_1+f_2+f_3+\dots+f_r=n$$

Es decir:

La suma de las frecuencias absolutas de los r intervalos es igual al número de datos.

Se determina la frecuencia relativa de cada intervalo y se calcula usando la formula:

$$h_i = (f_i * 100) / n$$

Donde f_i es la frecuencia absoluta de cada intervalo y n el número de datos.

Determinar la frecuencia absoluta acumulada de la siguiente forma:

$$F_i = F_{i1} + F_{i2} + F_{i3} + \dots + F_{ik}$$

Esto quiere decir que la última frecuencia absoluta acumulada va a ser igual a él número de datos.

Determinar la frecuencia relativa acumulada para cada intervalo, se calcula con la siguiente formula:

$$H_i = (F_i * 100) / n$$

Donde cada frecuencia absoluta, acumulada se multiplica por 100 y se divide entre el número de datos.

Determinar el acumulado de las frecuencias absoluta acumuladas y esto se realiza como sigue:

$$G_i = F_{i1} + F_{i2} + F_{i3} + \dots + F_{ik}$$

Esto es decir que vamos acumulando las frecuencias absolutas acumuladas de cada intervalo.

Estos datos los vamos a agrupar en una tabla de frecuencia y con dichos datos realizar un histograma y sacar las conclusiones correspondientes.

3.6.- ESTRATIFICACION

Es la subdivisión de valores en categorías o estratos con el fin de poder analizar más objetivamente los problemas y concentrarse en las acciones correctivas.

Ayuda a analizar casos en los cuales la información oculta los hechos reales, permite realizar análisis por departamento, por maquina por operador, etc.

3.7.- DIAGRAMA DE DISPERSION

Método para representar en forma gráfica la relación entre dos variables, nos muestra que le sucede a una variable cuando la otra cambia.

Se observa claramente la relación existente entre dos variables en forma gráfica.

Nos auxilia para probar posibles relaciones entre causas y efecto.

TIPO DE CORRELACIÓN

Correlación Positiva: Un incremento en "Y" depende directamente de un incremento en "X". Si "X" es controlada "Y" será controlada.

Correlación Negativa: Un aumento en "X" causa una disminución en "Y" por lo tanto como en el punto anterior, "X" puede ser controlada en lugar de "Y".

Sin correlación: No hay correlación "Y" puede depender de otra variable.

3.8.- GRAFICAS DE CONTROL

Son una representación gráfica o visual del comportamiento de un proceso con respecto al tiempo.

Permite visualizar de una manera rápida si una variable se encuentra dentro de los límites establecidos.

Nos permite predecir si un proceso se va a salir de control. Es la herramienta para determinar si un proceso es consistente, un proceso consistente es estable en el tiempo, predecible, sujeto causas naturales de variación.

Un proceso inconsistente es inestable en el tiempo, impredecible, sujeto a causas naturales de variación.

"La gráfica de control es la herramienta estadística mas utilizada para entender la variación de un proceso."

CAPITULO 4

4.- SOLUCIÓN DE LA VARIACIÓN EN LA FABRICACIÓN PARA LA BOTELLA "FIRE 500".

4.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Durante la fabricación de la botella "FIRE 500" marcada con la orden de compra No. 23482, programada en el plan maestro de producción, para realizarse durante los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2001, en la maquina de soplado Bekum 1. El día 15 de octubre, al realizarse el muestreo de la producción de este día (ver FAC-01 pag. 23) se encontraron piezas que presentaban problemas de peso bajo, pared delgada, colapsamiento, rebabas, desfasamiento, contaminación entre otros, por los defectos antes mencionados se rechazaron los lotes marcados con los números 150110-001, 150110-002 y 150110-003. Por lo cual es necesario realizar el estudio correspondiente de las causas que pudieron ocasionar variaciones en el proceso de fabricación de la botella "FIRE 500". Utilizando para esto el método de las 7 herramientas.

4.2.- HOJA DE INSPECCION.

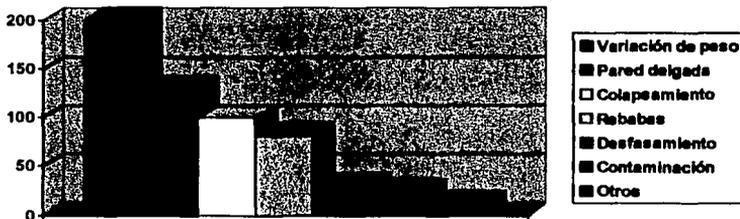
Como primer paso se recurrió a la hoja de inspección del área de ingeniería de procesos (ver FIP-01 pag. 21) dando como resultado los siguientes datos:

Botella FIRE 500 en la máquina bekum 1

PROBLEMAS	NUMERO DE PIEZAS
Variación de peso	200
Pared delgada	130
Colapsamiento	100
Rebabas	82
Desfasamiento	30
Contaminación	23
Otros	11

4.3.- DIAGRAMA DE PARETO.

Con estos datos se realizó el diagrama de Pareto y el % acumulado quedando de la siguiente forma:



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INGENIERIA DE PROCESOS

MAQUINA: BEKUM 1PROCESO: SOPLADOPRODUCTO: Bot. Fire 500FECHA: 15/OCTUBRE/20011° OP: 8422° OP: 3213° OP: 936CAT: 1°CAT: 2°CAT: 3°

HORA	PESO BAJO	COLAPSAMIENTO	CORONA INCOMPLETA	CORONA INCLINADA	ANGINA	PLIEGES	FRACTURA	ABOMBADA / SUMIDA	DEFORMACION	PARED DELGADA	MARCAS EN CUERPO	REBABA	INCOMPLETAS	CONTAMINACION	MAL SOPLADAS	ARRASTRE DE PIGMENTO	MATERIAL PEGADO	MORDIDAS	NO RES. PIMPACTO	DIM. FUERA DE ESP.	DESFASAMIENTO	TOTAL
No. De	200	100	0	0	0	0	0	0	130	0	82	0	23	3	0	8	4	0	0	30	576	
6:00	14	2	0	0	0	0	0	0	20	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	46	
7:00	4	3	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	
8:00	7	1	0	0	0	0	0	0	2	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	
9:00	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	
10:00	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	11	
11:00	4	4	0	0	0	0	0	0	7	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	
12:00	8	5	0	0	0	0	0	0	15	0	7	0	3	3	0	0	0	0	0	0	41	
13:00	13	6	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	
14:00	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	
15:00	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	17	
16:00	15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	
17:00	10	7	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	
18:00	15	9	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	
19:00	7	7	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	
20:00	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	21	
21:00	5	10	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	
22:00	11	4	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	
23:00	3	7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	
24:00	11	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	
1:00	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	14	
2:00	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	
3:00	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	19	
4:00	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	
5:00	8	3	0	0	0	0	0	0	20	0	10	0	6	0	0	0	2	0	0	0	49	

OBSERVACIONES: Se presento variación de peso durante todo el turno, por lo cual se tuvo que ajustar constantemente la máquina.

INGENIERO DE PROCESOS: 1er. TURNOINGENIERO DE PROCESOS: 2do. TURNOINGENIERO DE PROCESOS: 3er. TURNO

FIP-01

HOJA DE PROCESO BOT. FIRE 500

FECHA: 15/OCTUBRE/2001

HRS	COLAPSO	PESO	ESPESOR
6.00	SI		
	RESISTE	30.2	1.1
7.00	SI		
	RESISTE	29.7	1.0
8.00	SI		
	RESISTE	31.1	1.3
9.00	SI		
	RESISTE	30.8	1.2
10.00	SI		
	RESISTE	27.9	0.7
11.00	SI		
	RESISTE	31.2	1.4
12.00	SI		
	RESISTE	30.8	1.6
13.00	SI		
	RESISTE	30.0	1.0
14.00	SI		
	RESISTE	28.1	0.8

HRS	COLAPSO	PESO	ESPESOR	ESPECIFICACIONES
6.00	SI			
	RESISTE	26.8	0.6	
7.00	SI			PESO MAX = 31 gr PESO MIN = 29 gr
	RESISTE	31.1	1.4	
8.00	SI			
	RESISTE	30.9	1.2	ESPESOR DE PARED MIN = 1 mm en cualquier punto
9.00	SI			
	RESISTE	29.8	1.2	
10.00	SI			
	RESISTE	30.3	1.4	
11.00	SI			
	RESISTE	29.8	1.2	PRUEBAS DE COLAPSAMIENTO 3 MIN A 7 In Hg de vacio
12.00	SI			
	RESISTE	29.7	1.3	
13.00	SI			
	RESISTE	29.5	1.1	
14.00	SI			
	RESISTE	29.0	1.0	

INSPECTOR 1ER TURNO:

HRS	COLAPSO	PESO	ESPESOR
15.00	SI		
	RESISTE	27.9	0.9
16.00	SI		
	RESISTE	30.8	1.2
17.00	SI		
	RESISTE	30.6	1.2
18.00	SI		
	RESISTE	29.9	1.1
19.00	SI		
	RESISTE	29.9	1.1
20.00	SI		
	RESISTE	30.2	1.2
21.00	SI		
	RESISTE	28.1	0.8

HRS	COLAPSO	PESO	ESPESOR
15.00	SI		
	RESISTE	28.7	0.9
16.00	SI		
	RESISTE	27.9	1.2
17.00	SI		
	RESISTE	31.0	1.1
18.00	SI		
	RESISTE	30.7	1.4
19.00	SI		
	RESISTE	30.6	1.6
20.00	SI		
	RESISTE	29.4	1.2
21.00	SI		
	RESISTE	29.7	1.1

INSPECTOR 2DO. TURNO:

HRS	COLAPSO	PESO	ESPESOR
22.00	NO		
	RESISTE	30.3	0.9
23.00	SI		
	RESISTE	29.2	1.3
0.00	SI		
	RESISTE	29.9	1.3
1.00	SI		
	RESISTE	29.8	1.3
2.00	SI		
	RESISTE	29.2	1.2
3.00	SI		
	RESISTE	29.9	1.1
4.00	SI		
	RESISTE	30.1	1.3
5.00	NO		
	RESISTE	28.2	1.1

HRS	COLAPSO	PESO	ESPESOR
22.00	NO		
	RESISTE	30.2	1.0
23.00	NO		
	RESISTE	31.2	1.3
0.00	SI		
	RESISTE	30.0	1.2
1.00	SI		
	RESISTE	29.8	1.0
2.00	SI		
	RESISTE	30.2	1.1
3.00	SI		
	RESISTE	30.1	1.2
4.00	SI		
	RESISTE	29.7	1.3
5.00	SI		
	RESISTE	29.8	1.2

INSPECTOR 3ER. TURNO:

FAC-02

TABLA No. 2 VALORES DE ACEPTACION DE ACUERDO A TABLAS MILITAR ESTANDAR

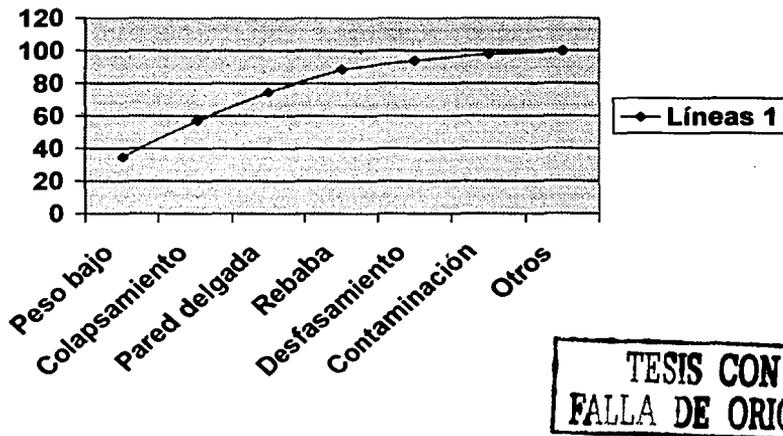
TAMAÑO DE LOTE			NIVELES DE CALIDAD							
			MUESTRA	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00
51	-	90	13	1 o MAS	1 o MAS	1 o MAS	2 o MAS	2 o MAS	3 o MAS	5 o MAS
91	-	150	20	1 o MAS	1 o MAS	2 o MAS	2 o MAS	3 o MAS	4 o MAS	6 o MAS
151	-	280	32	1 o MAS	2 o MAS	2 o MAS	3 o MAS	4 o MAS	6 o MAS	8 o MAS
281	-	500	50	2 o MAS	2 o MAS	3 o MAS	4 o MAS	6 o MAS	8 o MAS	11 o MAS
501	-	1200	80	2 o MAS	3 o MAS	4 o MAS	6 o MAS	8 o MAS	11 o MAS	15 o MAS
1201	-	3200	125	3 o MAS	4 o MAS	6 o MAS	8 o MAS	11 o MAS	15 o MAS	22 o MAS
3201	-	10000	200	4 o MAS	6 o MAS	8 o MAS	11 o MAS	15 o MAS	22 o MAS	22 o MAS
10000	-	35000	315	6 o MAS	8 o MAS	11 o MAS	15 o MAS	22 o MAS	22 o MAS	22 o MAS
35000	-	150000	500	8 o MAS	11 o MAS	15 o MAS	22 o MAS	22 o MAS	22 o MAS	22 o MAS

TABLA No. 3 NIVELES DE ACEPTACION DE CLIENTES

A.Q.L. DEL CLIENTE			
CLIENTE	CRITICOS	MAYORES	MENORES
AVON	0.10	1.00	0.65
FULLER	0.65	1.00	4.00
XEROX	0.25	1.00	4.00
KRAFT	1.00	2.50	4.00
GILLETTE	0.65	1.50	4.00
COLGATE	1.00	1.50	4.00
SEARLE	0.65	1.50	4.00
ALBERTO C	1.00	1.00	4.00
B.D.F.	0.65	1.00	1.50

	CANTIDAD	%	% ACUMULADO
Peso bajo	200	34.72	34.72
Colapsamiento	130	22.57	57.29
Pared delgada	100	17.36	74.65
Rebaba	82	14.23	88.88
Desfasamiento	30	5.21	94.09
Contaminación	23	3.99	98.07
Otros	11	1.91	99.98

DIAGRAMA DEL % ACUMULADO



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

COMENTARIOS.

Como se puede observar en el diagrama de Pareto el 80% de los defectos presentados son por pared delgada, colapsamiento, peso bajo y por rebaba.

4.4.- DIAGRAMA "CAUSA-EFECTO" DE LOS 3 PRINCIPALES PROBLEMAS.

El siguiente paso consiste en formar un equipo de trabajo con todo el personal involucrado en la fabricación de la botella y llevar a cabo una lluvia de ideas para construir los diagramas de "Causa-Efecto" para cada uno de los problemas.

4.4.1 DIAGRAMA CAUSA - EFECTO PARA VARIACION DE PESO

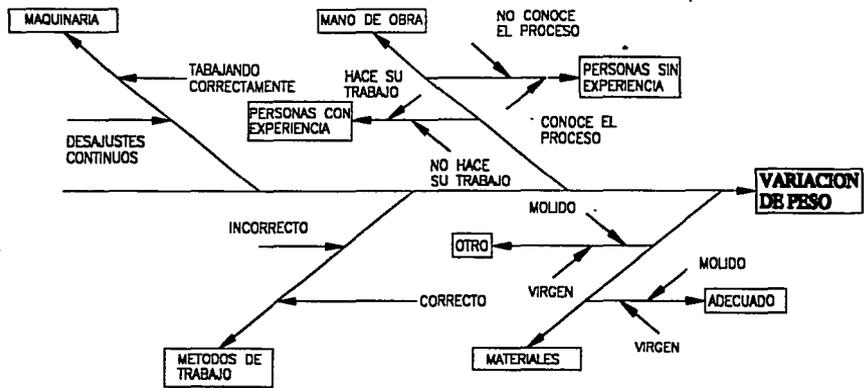


DIAGRAMA 3

4.4.2 DIAGRAMA CAUSA - EFECTO PARA PARED DELGADA

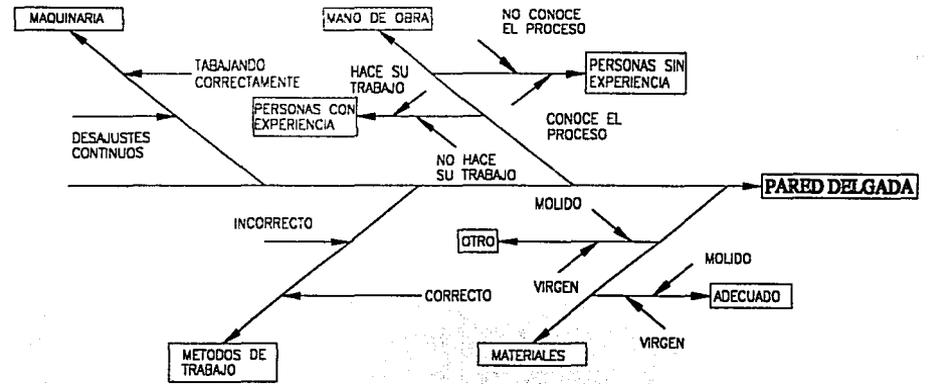


DIAGRAMA 4

4.4.3 DIAGRAMA CAUSA - EFECTO PARA COLAPSAMIENTO

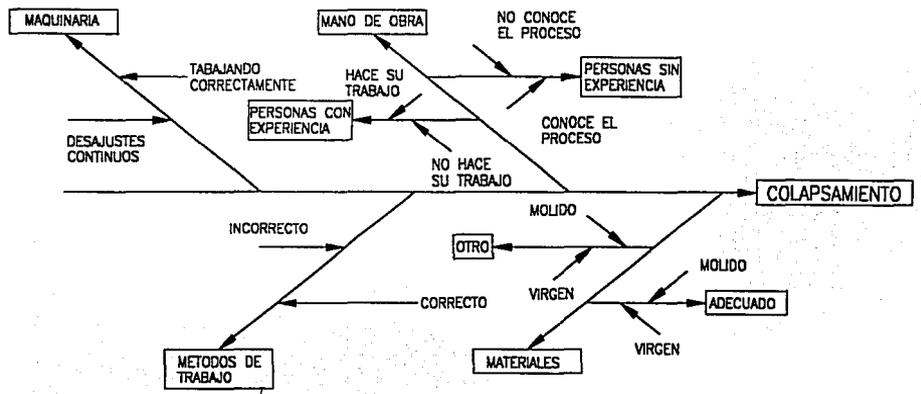


DIAGRAMA 5

COMENTARIOS.

De la junta realizada para el análisis de los problemas presentados en la fabricación de la botella FIRE 500 se llegó a los siguientes comentarios:

El método de trabajo es el adecuado para la fabricación de la botella.

Con respecto a la mano de obra es necesario proporcionar capacitación al personal que desarrolla este trabajo y monitorear que dicho personal este realizando adecuadamente su trabajo.

Para el caso del material fue necesario realizar un estudio (con ayuda de nuestros proveedores) para saber si la materia prima cuenta con los requerimientos de calidad necesarios para la elaboración de la botella FIRE 500, además de corroborar que el personal que alimenta la máquina conozca el porcentaje de material molido que se le puede agregar al material virgen, así como el tiempo de mezclado adecuado.

Por último, por experiencia de todo el personal involucrado en el proceso se llegó a la conclusión de que la máquina debido a las vibraciones propias del proceso, así como a las presiones que se ejercen en cada cierre de molde, la máquina tiende a desajustarse durante el turno de trabajo, por lo que se llegan a presentar variaciones en el producto.

4.5.- HISTOGRAMA.

En relación con los datos obtenidos de el estudio realizado con la ayuda de la carta de control de proceso del día 15 de octubre del 2001 para la fabricación de la botella "FIRE 500" en la máquina de soplado Bekum 1 (ver diagrama 9 pag. 25) el paso siguiente consiste en la elaboración del histograma de acuerdo al siguiente procedimiento:

Determinar Rango

$$R = VM - Vm$$

$$R = 31.7 - 28$$

$$R = 3.7$$

Determinar la amplitud.

$$A = R/K$$

En este caso como tenemos 96 datos tomaremos como valor de $K=10$
(ver tabla 1 pag. 17)

$$A = 3.7/10$$

$$A = 0.37$$

$$A = 0.4 \text{ (ver pag. 17 inciso b)}$$

Determinar fronteras.

$$X^* = V_m - 1/2U \text{ donde } U = 0.1 \text{ (ver pag. 17 inciso e)}$$

$$X^* = 28.0 - (1/2)(U) = 28.0 - (1/2)(0.1)$$

$$X^* = 27.95$$

Este valor es nuestra primera frontera inferior, despues de esto hay que calcular las siguientes.

$$X^* + A = 27.95 + 0.4 = 28.35$$

$$X^* + 2A = 27.95 + 2(0.4) = 28.75$$

$$X^* + 3A = 27.95 + 3(0.4) = 29.15$$

$$X^* + 4A = 27.95 + 4(0.4) = 29.55$$

$$X^* + 5A = 27.95 + 5(0.4) = 29.95$$

$$X^* + 6A = 27.95 + 6(0.4) = 30.35$$

$$X^* + 7A = 27.95 + 7(0.4) = 30.75$$

$$X^* + 8A = 27.95 + 8(0.4) = 31.15$$

$$X^* + 9A = 27.95 + 9(0.4) = 31.55$$

$$X^* + 10A = 27.95 + 10(0.4) = 31.95$$

FRONTERAS

INTERVALOS	Fi	Fs
1	27.95	28.35
2	28.35	28.75
3	28.75	29.15
4	29.15	29.55
5	29.55	29.95
6	29.95	30.35
7	30.35	30.75
8	30.75	31.15
9	31.15	31.55
10	31.55	31.95

Determinar la marca de clase.

$$X_i = (F_i + F_s)/2$$

$$X_i = 28.15$$

$$X_{i1} = 28.55$$

$$X_{i2} = 28.95$$

$$X_{i3} = 29.35$$

$$X_{i4} = 29.75$$

$$X_{i5} = 30.15$$

$$X_{i6} = 30.55$$

$$X_{i7} = 30.95$$

$$X_{i8} = 31.35$$

$$X_{i9} = 31.75$$

Determinar la frecuencia absoluta.

INTERVALOS	Fi	Fs	CONTEO	FRECUENCIA
1	27.95	28.35	III	3
2	28.35	28.75	IIIIIIII	10
3	28.75	29.15	IIIIIIIIII	12
4	29.15	29.55	IIIIII	8
5	29.55	29.95	IIIIIIIIIIIIII	18
6	29.95	30.35	IIIIIIII	11
7	30.35	30.75	IIIIIIII	9
8	30.75	31.15	IIIIIIIIIIII	16
9	31.15	31.55	IIII	5
10	31.55	31.95	III	4

Frecuencia Relativa.

$$h_i = (F_i \times 100)/n$$

$$h_{i1} = 3.12$$

$$h_{i2} = 10.41$$

$$h_{i3} = 12.50$$

$$h_{i4} = 8.33$$

$$h_{i5} = 18.75$$

$$h_{i6} = 11.45$$

$$h_{i7} = 9.37$$

$$h_{i8} = 16.67$$

$$h_{i9} = 5.20$$

$$h_{i10} = 4.17$$

Frecuencia Absoluta Acumulada.

$$F_i = F_{i1} + F_{i2} + \dots + F_{ik}$$

$$F_{i1} = 3$$

$$F_{i2} = 3 + 10 = 13$$

$$F_{i3} = 13 + 12 = 25$$

$$F_{i4} = 25 + 8 = 33$$

$$F_{i5} = 33 + 18 = 51$$

$$F_{i6} = 51 + 11 = 62$$

$$F_{i7} = 62 + 9 = 71$$

$$F_{i8} = 71 + 16 = 87$$

$$F_{i9} = 87 + 5 = 92$$

$$F_{i10} = 92 + 4 = 96$$

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Calcular la Frecuencia Relativa Acumulada.

$$H_i = (F_i \times 100)/n$$

$$H_{i1} = 3.12$$

$$H_{i2} = 13.54$$

$$H_{i3} = 26.04$$

$$H_{i4} = 34.38$$

$$H_{i5} = 53.12$$

$$H_{i6} = 64.58$$

$$H_{i7} = 73.96$$

$$H_{i8} = 90.63$$

$$H_{i9} = 95.83$$

Calcular el acumulado de la frecuencia absoluta acumulada:

$$G_i = F_{i1} + F_{i2} + \dots + F_{ik}$$

$$G_{i1} = 3$$

$$G_{i2} = 16$$

$$G_{i3} = 41$$

$$G_{i4} = 74$$

$$G_{i5} = 125$$

$$G_{i6} = 187$$

$$G_{i7} = 258$$

$$G_{i8} = 345$$

$$G_{i9} = 437$$

$$G_{i10} = 533$$

La tabla de resultados queda de la siguiente manera:

	FRONTERAS		MARCA DE CLASE	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA	FREC. ABS. ACUM.	FREC. REL. ACUM.	ACUM. DE LAS FREC. A.A.
	Fi	Fa	Xi	fi	hi	Fi	Hi	Gi
1	27.95	28.35	28.15	3	3.12	3	3.12	3
2	28.35	28.75	28.55	10	10.41	13	13.54	16
3	28.75	29.15	28.95	12	12.5	25	26.04	41
4	29.15	29.55	29.35	8	8.33	33	34.38	74
5	29.55	29.95	29.75	18	18.75	51	53.12	125
6	29.95	30.35	30.15	11	11.45	62	64.58	187
7	30.35	30.75	30.55	9	9.37	71	73.96	258
8	30.75	31.15	30.95	16	16.67	87	90.63	345
9	31.15	31.55	31.35	5	5.2	92	95.83	437
10	31.55	31.95	31.75	4	4.17	96	100	533

4.5.11 DIAGRAMA DEL HISTOGRAMA

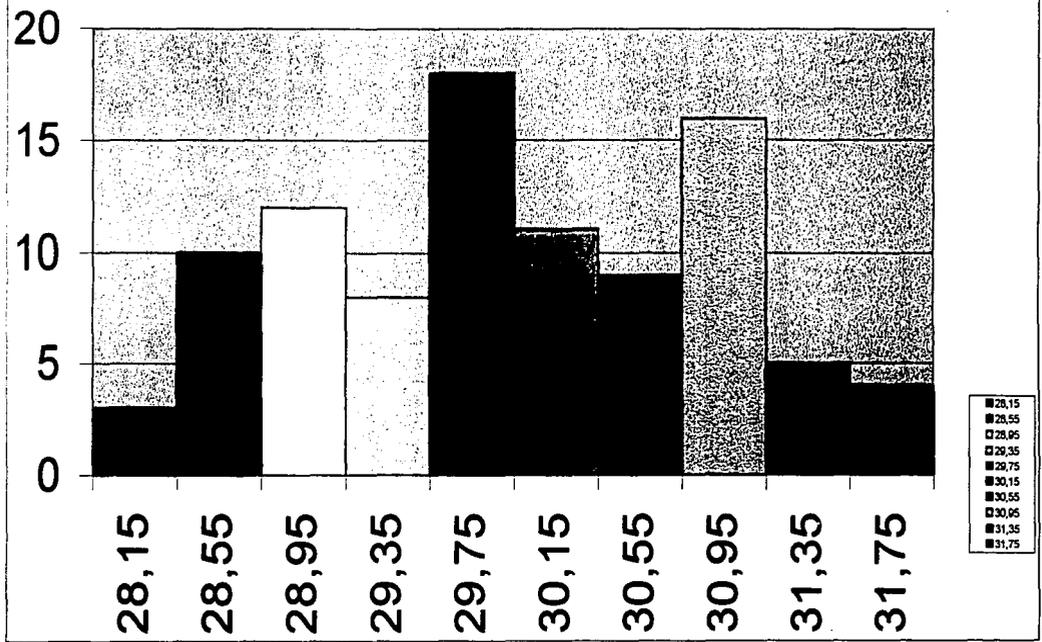


DIAGRAMA 6

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

COMENTARIOS.

Como se puede observar en el histograma (ver diagrama 6 pag. 34), aunque el proceso se encuentra en su gran mayoría dentro de los límites especificados, es necesario que el proceso se acerque más al valor nominal ya que como nos lo indica el diagrama, el proceso está tendiendo más a los extremos máximo y mínimo de los valores especificados, que al valor nominal, lo que nos puede ocasionar productos defectuosos en cualquier momento.

4.6.- ESTRATIFICACION.

Con los valores obtenidos en las hojas de control del área de Ingeniería de Procesos (ver FIP-01 pag. 21) tomaremos los valores de piezas defectuosas encontradas con peso bajo, durante el día 15 de octubre del 2001, y se realiza la grafica del total de piezas defectuosas, paso siguiente de acuerdo a los valores de la misma (FIP-01) se estratificará el número de piezas defectuosas de acuerdo a la hora en que se presentó cada variación y así poder claramente visualizar por turno de trabajo en donde existe mayor incidencia del defecto; para implementar el método de trabajo adecuado para cada turno (ver diagrama 7 pag. 36).

4.7.- DIAGRAMA DE DISPERSION.

En la sexta herramienta se diseñara el diagrama de dispersión, con el número de piezas defectuosa (ver FIP-01 pag. 21), por pared delgada, colapsamiento y peso bajo contra la hora en que se presentaron, para conocer si existe correlación entre ellos; en el caso de que exista alguna correlación realizar el estudio correspondiente para conocer cual es la variable a controlar al menor tiempo y costo.

COMENTARIOS.

Como lo demuestra el gráfico (ver diagrama 8 pag. 36) podemos deducir que existe una correlación positiva entre estos defectos, ya que un incremento en los problemas de pared delgada y colapsamiento dependen de un incremento en los problemas de variación de peso.

4.8.- CARTA DE CONTROL.

Por último se diseño la carta de control del proceso para la fabricación de la botella FIRE 500 (ver diagrama 10 pag 37), para poder visualizar fácilmente y a pie de máquina como se comporta el proceso con respecto al tiempo, y así poder predecir en que momento el proceso esta a punto de salirse de control y llevar a cabo la acción preventiva más adecuada, evitando con esto que se fabriquen piezas defectuosas.

5.- ESTRATIFICACION

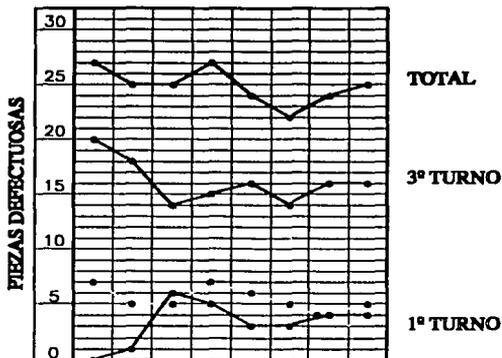


DIAGRAMA 7

6.- DIAGRAMA DE DISPERSION

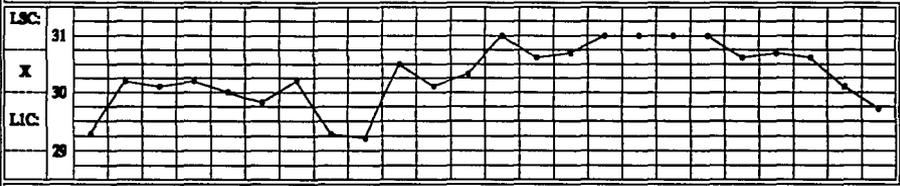


DIAGRAMA 8

7.- CARTA DE CONTROL (X-R)

PRODUCTO: FIRE 500	MAQUINA: BEXUM 1	FECHA: 15 DE OCTUBRE DEL 2001
CLIENTE: FULLER	CAVIDAD: 1	MATERIAL: P.R.A.D
PESO MINIMO: 29 grs.	PESO NOMINAL: 30 grs.	PESO MAXIMO: 31 grs.

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
PESO	1	29.3	30.2	30.1	30.2	30.0	29.8	30.2	29.3	29.2	30.5	30.1	30.3	31.0	30.6	30.7	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	30.8	30.7	30.8	30.1	29.7			



OBSERVACIONES: _____

INGENIERO DE PROCESO PRIMER TURNO _____ NOMBRE Y FIRMA	INGENIERO DE PROCESO 2DO. TURNO _____ NOMBRE Y FIRMA	INGENIERO DE PROCESO 3ER. TURNO _____ NOMBRE Y FIRMA
--	--	--

**TESIS CON
 FALTA DE ORIGEN**

DIAGRAMA 10

4.9.- COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS PARA BOTELLA FIRE 500

Por último es de suma importancia para mostrar las mejoras conseguidas sobre el problema, que después de un período en el que el problema a sido atacado, es necesario que los datos registrados sobre la nueva situación, se representen en un diagrama de pareto que nos permita hacer una comparación con el pareto elaborado en la etapa en donde apenas se estaba determinando el problema.

Para confirmar el efecto de la mejora, el diagrama de pareto posterior deberá construirse con el mismo tipo de ejes (contenido y divisiones) con el objeto de observar y comprobar los resultados.

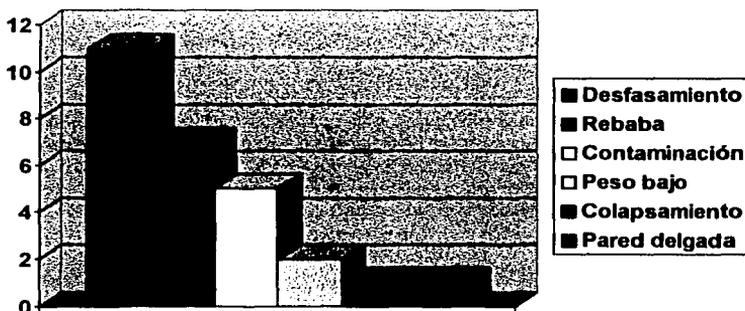
Botella FIRE 500 en la máquina bekum 1

PROBLEMAS	NUMERO DE PIEZAS
Desfasamiento	11
Rebaba	7
Contaminación	5
Peso bajo	2
Colapsamiento	1
Pared delgada	1

DIAGRAMA DE PARETO.

Con estos datos se realizó el diagrama de Pareto y él % acumulado quedando de la siguiente forma:

Diagrama 11

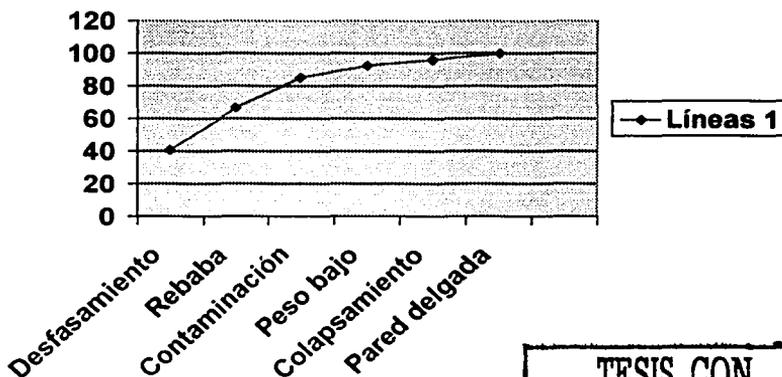


TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONCEPTO	CANTIDAD	%	% ACUMULADO
Desfasamiento	11	40.74	40.74
Rebaba	7	25.92	66.66
Contaminación	5	18.51	85.17
Peso bajo	2	7.40	92.57
Colapsamiento	1	3.70	96.27
Pared delgada	1	3.70	99.97

DIAGRAMA DEL % ACUMULADO

Diagrama 12



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

COMENTARIOS.

Como se puede observar en el diagrama de Pareto (ver diagrama 11 pag. 38) y el de % acumulado (ver diagrama 12 pag. 39) se eliminaron los defectos presentados casi en su totalidad por pared delgada, colapsamiento y peso bajo.

Con lo que se concluye que el método es el adecuado para el estudio de el proceso de fabricación de botellas de plástico por el proceso de soplado.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

CONCLUSIONES.

La administración de la calidad es una herramienta fundamental para que las empresas manufactureras o de servicios sigan siendo competitivas. Las empresas ahora están más interesadas u obligadas a aplicar disciplinas de esta índole.

En las plantas se preocupan por tener un departamento completo de control de calidad, estructurado de acuerdo con sus necesidades particulares. Toda compañía en México hoy en día necesita que cuente con una persona o departamento que desempeñe este trabajo.

La calidad se ha diversificado en cuanto a los aspectos que cubre. Ya no es el proceso encabezado por un supervisor de "pasa o no pasa". Si ahora hay un grupo de desarrollo abocado sólo a este terreno no es solo porque lo imponga un organismo en particular, sino por las circunstancias propias del mercado. Es decir, el cliente es el que está exigiendo que su proveedor cuente con un determinado control de sus productos y procesos, dichos procesos tienen su parte técnica y su parte de línea de producción y ahí tenemos que recurrir a las gráficas de control (las 7 herramientas básicas), cuyo origen se remonta a la década de los cuarenta. Y aunque los estadounidenses las desearon por algún tiempo, después volvieron a retomarlas gracias a los japoneses como Kauro Ishikawa.

Podemos decir incluso que los fabricantes hacen catálogos de sus proveedores para determinar sus opciones y preferencias. Por lo tanto, buscar la mejora continua y alcanzar los márgenes mínimos de error ya no es algo sugerido, sino una obligación.

Como ejemplo de este método se presentó el caso del proceso de fabricación para la botella "FIRE 500" en donde con la hoja de inspección se identificaron los problemas principales, los cuales son: variación de peso, colapsamiento y pared delgada. Con el diagrama de Pareto y el de porcentaje acumulado se mostró el porcentaje de cada uno de los problemas, para después con el diagrama de "causa-efecto" hacer el estudio de los factores que provocaron la variación en el proceso. Los cuales se debieron a los desajustes constantes de la maquina, y en cierta manera al personal encargado; ya sea por falta de capacitación o por falta de motivación, como sucede en el tercer turno, donde se registro la mayor incidencia del problema, así como en los cambios de turno; ya que el trabajador en esos momentos solo piensa en la hora de salida y no se preocupa del estado de su maquina.

Con el histograma se visualizó que el proceso trabajó en los límites máximo y mínimo de peso especificado, con los diagramas de estratificación y dispersión se llevo a la conclusión de que existe una correlación positiva entre estos tres problemas, ya que controlando la variación de peso se solucionaron tanto los problemas de pared delgada como los de colapsamiento.

Por último se realizó la hoja de control para que el operador pueda controlar el proceso con tan solo apuntar el peso del producto cada hora y corregir en el momento en que este se encuentre en los límites máximos o mínimos especificados.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Como resultado de este estudio se redujo considerablemente las piezas defectuosas, reduciendo así mismo los costos de producción debido a mermas, y manteniendo el control del proceso dentro de los parámetros establecidos.

BIBLIOGRAFIA.

Gutiérrez, Mario, "Nociones de Calidad Total", tomo 1, 1° edición, Limusa, México, 1993.

Guajardo, Edmundo, "Administración de la Calidad Total", tomo 1, 1° edición, Editorial Pax, México, 1996.

Evans James & Lindsay William, "Administración y control de la Calidad", 4° edición, Thomson Editores, México, 1999.

Torres, Rangel, "*Pasa no Pasa*", Manufactura, año 8, numero 79, enero 2002, pag. 22 a la 26.

Recopilación del material para el Seminario "Sistemas Productivos", modulo IV, FES ZARAGOZA, 2002 (impartido por el ing. Arturo Herrera).

Kauro, Ishikawa, "Que es el control de la calidad", tomo 2, 1° edición, La way Japonesa, Prentice- Prentice-Hall, Tokio, 1985.

Avon Products. Suffen, "Clasification of Defects" Corporate Quality Assurance, N.Y., 6 de junio 1978.