

127  
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

APLICACION DE LAS HERRAMIENTAS BASICAS DEL  
CONTROL INTEGRAL DE CALIDAD A TRAVES DE  
UNA METODOLOGIA QUE PERMITA LA SOLU-  
CION DE PROBLEMAS EN LA INDUSTRIA.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

(AREA INGENIERIA INDUSTRIAL)

P R E S E N T A:

JOSE TAMES VARGAS

DIRECTOR DE TESIS:  
M.I. RUBEN TELLEZ SANCHEZ

MEXICO, D. F.

1991.



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **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 está 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.

## I N D I C E

### CAPITULO I: ANTECEDENTES Y ALCANCES.

Pag.1  
Presentación del Trabajo.  
Objetivos.  
Descripción de Capítulos.

### CAPITULO II: CALIDAD PARA VIVIR EN UN MUNDO COMPETITIVO.

Pag.4  
II.1.- Apertura Mundial y Globalización Económica.  
II.2.- Acuerdo de Libre Comercio.  
La postura de México ante estos Cambios.  
II.3.- Panorama de la Industria de Autopartes.

### CAPITULO III: EVOLUCION DEL CONTROL DE CALIDAD EN MEXICO.

Pag.11  
III.1.-Evolución del Control de Calidad a Nivel Mundial.  
III.2.-Efectos del Control de Calidad Japones.  
III.3.-Actividades recientes del Control de Calidad Japones.  
III.4.-Evolución Organizacional y del Control de Calidad en México.

### CAPITULO IV: FILOSOFIA DEL CONTROL INTEGRAL DE CALIDAD.

Pag.20  
IV.1.- Concepción del Control de Calidad.  
IV.2.- Las Especificaciones como substitutos para el conocimiento de la Aptitud para el Uso.  
IV.3.- Definición del Control Integral de Calidad.  
IV.3.A.-Conceptos Básicos del C.I.C.  
IV.4.- Filosofía del Control Estadístico del Proceso  
IV.5.- Elementos de Estudio del Sistema para el Control Estadístico del Proceso.  
IV.6.- La Variabilidad en los Procesos.  
IV.7.- Principio de la Prevención de Defectos.  
Principio de la Detección de Defectos.  
IV.8.- La Prevención como Objetivo de las Empresas.  
IV.9.- Principio de Autocontrol.  
IV.9.A.- Concepto de Autocontrol.  
IV.10.-Perturbaciones Crónicas: Descubrimiento  
IV.10.A.-Concepto de Descubrimiento.

**CAPITULO V: SIETE HERRAMIENTAS BASICAS DEL CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO.**

Pag. 42

- V.1.- Histograma.
- V.1.A.- Concepto.
- V.1.B.- Uso.
- V.1.C.- Construcción.
- V.2.- Diagrama de Pareto.
- V.2.A.- Concepto.
- V.2.B.- Uso.
- V.2.C.- Construcción.
- V.3.- Diagrama de Causa Y Efecto.
- V.3.A.- Concepto.
- V.3.B.- Utilidad.
- V.3.C.- Construcción.
- V.3.D.- Recomendaciones.
- V.3.E.- Relación entre el DCYE y un Pareto.
- V.3.F.- Relación entre el Histograma y el DCYE.
- V.4.- Diagrama de Dispersión.
- V.4.A.- Construcción.
- V.4.B.- Cómo interpretarlo.
- V.4.C.- Papel de la Probabilidad Binomial.
- V.5.- Diagrama de Flujo del Proceso.
- V.5.A.- Concepto.
- V.5.B.- Construcción.
- V.5.C.- Cómo interpretarlo
- V.6.- Hojas de Verificación ó Chequeo.
- V.6.A.- Concepto.
- V.7.- Graficas de Control.
- V.7.A.- Concepto.
- V.7.B.- Gráficas en general y gráficas de Control.
- V.7.B.1.-Gráficas Lineales, Concepto.
- V.7.B.2.-Gráficas de Control Estadístico, Concepto.
- V.7.C.- Usos importantes de las Gráficas de Control
- V.7.D.- Tipos de Gráficas de Control.
- V.7.E.- Procedimientos y Ecuaciones para construir una gráfica X-R.
- V.7.F.- Interpretación de una Gráfica X-R.

**CAPITULO VI: LAS SIETE HERRAMIENTAS BASICAS ENFOCADAS A LA SOLUCION DE PROBLEMAS.**

Pag.110

- VI.1.- Solución de Problemas mediante las 7HB.
- VI.1.A.-Funciones de las 7HB.
- VI.1.B.-Principales Usos.
- VI.1.C.-Cómo se combinan las 7HB.

- VI.2.- La Metodología TOP'S como guía en la solución de problemas.
- VI.2.A.- Definición y Disciplinas.
- VI.2.B.- Filosofía TOP'S como base del Control.
- VI.2.C.- Definición de Control.
- VI.2.C.1-Diagrama de Deming.
- VI.2.D.- Diagrama de Flujo TOP'S.

#### **CAPITULO VII: CONOCIMIENTOS TECNICOS SOBRE FILTRACION.**

Pag. 125

- VII.1.- Antecedentes.
- VII.2.- Sistema de Lubricación.
- VII.3.- Contaminantes del Aceite.
- VII.4.- Sistemas de Filtración para Aceite.
- VII.5.- Elementos de un Filtro.
- VII.6.- Filtro de Aceite de tipo sellado.
- VII.7.- Diagnostico de Fallas.

#### **CAPITULO VIII: MARCO CONCEPTUAL DE LA EMPRESA.**

Pag. 162

- VIII.1.- Antecedentes.
- VIII.2.- Tamaño y Alcances.

#### **CAPITULO IX: NATURALEZA DEL PROBLEMA.**

Pag. 168

#### **CAPITULO X: PROBLEMA RESUELTO.**

Pag. 170

- X.1.- Solución del Problema en base al métodos TOP'S aplicando las siete herramientas básicas.

#### **CAPITULO XI: RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES.**

Pag. 217

- XI.1.- Recomendaciones
- XI.2.- Conclusiones

#### **CAPITULO XII: ANEXOS.**

Pag. 224

#### **BIBLIOGRAFIA.**

# CAPITULO

## I

## 1.1. ANTECEDENTES Y ALCANCES:

El desarrollo industrial, económico y social de un país depende, principalmente, de sus altos niveles de calidad y productividad, así como de su crecimiento continuo en este campo. Por lo tanto, es de suma importancia seguir con una estrategia adecuada para lograrlo.

La estrategia que describe este trabajo es la clave en el desarrollo de las organizaciones japonesas. Esta estrategia se basa en la productividad como consecuencia de la búsqueda de calidad, en la forma de administrar las actividades para la calidad y en el uso efectivo de métodos y herramientas estadísticas para que la toma de decisiones sea la correcta en los procesos productivos, lo que redundará en mayor eficacia. Actualmente esta estrategia se ha adoptado en algunas empresas occidentales, incluyendo mexicanas.

Fue el doctor W. Edwards Deming quien, a partir de 1950, enseñó a los ingenieros y administradores japoneses el uso de los métodos estadísticos y la importancia de la calidad para la obtención de la productividad, haciendo énfasis en el control estadístico de calidad en procesos y productos como forma de administrar los negocios.

Más tarde fue el doctor Joseph Juran quien mostró a los japoneses la importancia que implica la manera de cada una de las actividades y funciones que contempla la calidad, generando con base en ello, y en forma continua, cambios planeados, y significativos para el mejoramiento de la calidad y de la productividad.

Actualmente, Deming y Juran continúan difundiendo sus teorías y experiencias a nivel internacional de tal forma que han logrado acreditarse gracias a los resultados obtenidos por organizaciones norteamericanas y japonesas. Por esto, el doctor Deming está considerado como el creador del "milagro japonés".

El doctor Kaoru Ishikawa, tomando como base las teorías de los doctores Deming y Juran, y utilizando sus propias teorías y experiencias en la industria japonesa, desarrolló la estrategia para la difusión, implementación y uso de los métodos estadísticos en todos los niveles de una organización para la toma de decisiones y acciones efectivas. Demostró además la importancia de la calidad en la búsqueda de mejores niveles de productividad, y de la motivación por el trabajo en niveles que contemplan desde la gerencia hasta los operarios y supervisores.

Así creó las siete herramientas básicas, parte modular de su proyecto. Desde entonces se aplican estas herramientas en la solución de problemas de calidad, para mejorar los procesos administrativos y productivos de las empresas.

Este es un trabajo que intenta mostrar los métodos estadísticos de control de calidad que son utilizados hoy en día para resolver los problemas que en el área productiva se presentan en la industria particularmente.

Busca difundir la filosofía y herramientas del control estadístico del proceso a través del manejo de las mismas en un caso práctico surgido en una empresa, y con el soporte teórico necesario, se logra que se desarrollen estos conocimientos en todas las áreas de la empresa.

Propone también, el desarrollo de una metodología nueva TOPS, para resolver problemas concernientes a la calidad, esta propuesta es una necesidad que tiene CONTINENTAL S.A. de C.V., de ser competitivo en el mercado nacional, así como la perspectiva para poder desarrollarse en el mercado internacional. Dicho lo anterior, la aplicación de los métodos estadísticos se dará si la empresa comprende dichos métodos, razón de más por la cual se hace este estudio.

La implementación, la difusión, y el uso de estos métodos en las empresas mexicanas contribuirá a elevar su calidad y productividad, y por medio de una búsqueda participativa y continua de toda o la mayoría de la gente de la empresa, se dará lugar a un sistema de trabajo cuya infraestructura permita un desarrollo equilibrado de la tecnología y del personal.

Por otra parte, el uso de estas herramientas en la administración diaria del trabajo crea un ambiente de calidad y satisfacción: Imaginemos el impacto motivacional que significa "hacer las cosas bien a la primera vez".

Todos los temas tratados en este trabajo se abordan de manera ilustrativa a partir del capítulo primero hasta el capítulo cuarto, y de manera exhaustiva los capítulos quinto sexto y séptimo, los cuales presentan la parte teórica que soportará a los siguientes capítulos; noveno y décimo. Estos capítulos involucran el análisis, la metodología y la propuesta de solución al problema que se plantea en este trabajo.

# CAPITULO

## II

## 11.1.- APERTURA MUNDIAL Y GLOBALIZACION ECONOMICA:

El mundo esta viviendo transformaciones profundas en todos los órdenes. Transformaciones políticas tales como, el término de la guerra fría y la bipolaridad. Por otro lado se entiende más la libertad al caerse viejos muros y viejas jerarquías. Transformaciones económicas que nos conducen a una globalización de los mercados, a una interdependencia financiera, y a una competencia descabellada y voraz. Transformaciones científicas y tecnológicas, en donde se contempla y se participa en una verdadera revolución en los procesos productivos. Transformaciones que en general nos llevan a una cultura de APERTURA y de INTERRELACION GLOBAL.

Se rompe el molde de los modelos de crecimiento sobreprotegidos de las economías estatizadas, de los regímenes políticos autoritarios y se vislumbra el rumbo que ha de seguir nuestra nación: el de la apertura a las corrientes comerciales, financieras, tecnológicas y culturales.

Por lo anterior, tal parece que en estos tiempos se hablará mucho de cambios. El desequilibrio en las relaciones económicas internacionales ha repercutido en el desarrollo de las economías particulares, la nuestra no es la excepción, somos parte de un mundo cada vez más interrelacionado que exige acciones planeadas para hacer frente a los retos del cambio.

La configuración de un nuevo sistema de relaciones mundiales, implica cambios profundos al interior de nuestra economía que de manera gradual y ordenada, se están dando para establecer un flujo comercial más libre a través de la inserción de productos mexicanos en el exterior con mejor calidad y más competitividad.

El punto es claro: Debemos reconocer las nuevas reglas de la competencia global, acelerar internamente las transformaciones económicas e incrementar nuestra participación en los mercados mundiales.

**EL ACUERDO DE LIBRE COMERCIO (ALC.) :**  
**11.2.-**  
**EMINENTE PUERTA AL PROGRESO NACIONAL.**

Las medidas de reordenación económica y cambio estructural emprendidas desde hace cinco años -entre ellas la apertura comercial, la inclusión de MEXICO en el GATT, la flexibilización de las inversiones extranjeras, la renegociación de la deuda externa, etcétera- han posibilitado la eminente gestión de un ACUERDO DE LIBRE COMERCIO con Estados Unidos y tal vez con Canadá.

Desde cualquier punto de vista, dicho ALC será la conclusión lógica de la política modernizadora y habrá de convertirse en la medida más trascendental de la economía nacional.

Esta "Iniciativa para las Américas", propone un pacto de libre comercio entre Estados Unidos y América Latina y cambia la idea de continente por un bloque hemisférico de libre comercio, y esto huele a oportunidad, a una oportunidad histórica. Con Estados Unidos se hará más intensa la relación económica, con Canadá y el resto de Latinoamérica, se forjará la zona de libre comercio más grande del mundo.

Las ventajas de este acuerdo son insospechadas, el riesgo alternativo es quedarse fuera del mundo. Las naciones que no sepan adaptarse creativamente no podrán conservar su integridad. Quien no lo haga a tiempo dejará pasar la mejor oportunidad para progresar y desaprovechará las posibilidades que la nueva situación ofrece: Desarrollo tecnológico, movilidad económica, bienestar social y fortalecimiento.

La carrera ya empezó. Ya están corriendo y debemos de apurarnos, porque los últimos en llegar no tendrán oportunidad alguna de negociar. Como coautor de esta iniciativa propuesta por México a fines de junio de 1990, nuestro país encabeza la carrera y no sería exagerado decir que ésta llegará pronto a la meta.

Ni México ni Estados Unidos pretenden la conformación de un MERCOMUN al estilo europeo, donde se suprimen las barreras geográficas, para permitir la libre circulación de hombres, bienes y servicios, bajo una moneda común, en este caso el EQUUS.

México pretende con los Estados Unidos, la celebración de un importante acuerdo, sobre todo, porque en los tres mil kilómetros de frontera se realizan anualmente un cruce legal de cerca de 240 millones de personas, y además de las 1 mil 900 plantas maquiladoras en nuestro país cerca de 1 mil 700 se ubican en la franja fronteriza, generando 3 mil millones de dólares y en apoyo del 20% del empleo mexicano. Con Estados Unidos tenemos 62.1% de la inversión extranjera directa y no menos de las tres cuartas partes del comercio nacional esta orientado hacia el mismo país.

Ante la necesidad de reactivar y modernizar el aparato productivo nacional se ha vuelto a considerar la participación de la inversión extranjera directa tanto en la industria maquiladora como en el resto de los sectores económicos. De ahí que, durante los últimos siete años la inversión norteamericana haya aumentado considerablemente; logrando situarse en el primer lugar aportando 16,500 millones de dólares, de los 26,600 que constituyen el monto total. Por otro lado las predicciones del gobierno hablan de un crecimiento de 4 por ciento real en el PIB.

Algunos analistas consideran que México tendrá 100 millones de consumidores antes del año 2000 y que será un mercado natural para las compañías americanas. Desde este punto de vista, se presentaría un incremento en la demanda de nuestros productos, impulsando a la vez, economías a escala y propiciando una reducción tanto de los costos como en los diferenciales entre precios de ambos países; esto internamente significaría una nueva vida, una vida mejor.

Es conveniente mencionar algunas consideraciones estadísticas económicas de carácter general, para vertir una opinión de cómo se está dando la globalización formal y las relaciones con nuestros vecinos del norte: Estados Unidos y Canadá.

Con respecto a los Estados Unidos, las relaciones económicas, políticas y comerciales siempre han sido consideradas de gran importancia para México, ya que del volumen total de importaciones, exportaciones e inversión extranjera, dicho país tiene participación en aproximadamente dos terceras partes. Además, puede decirse que en los últimos cuatro años ambos países han incurrido en dos procesos de cambio. Por una parte, se han registrado transformaciones en las estructuras productivas, en especial en el sector manufacturero; por la otra, se están registrando modificaciones en el comercio y la distribución de la fuerza laboral. Un reflejo claro de esto, es la industria maquiladora, que orienta su producción hacia la exportación y la cooperación industrial, para crear empresas y nuevas inversiones dada la apertura económica desde 1983.

En relación a las exportaciones, Estados Unidos representa un mercado clave o natural, pues en promedio el 80 por ciento de los productos petroleros y no petroleros es enviado hacia allá. En cuanto a su estructura, las exportaciones se han integrado básicamente por productos primarios, incluyendo el petróleo, sin embargo, paulatinamente se registra un cambio en la composición. Ahora, la venta de productos automotrices representa alrededor del 18 por ciento del total. Esto se puede apreciar en la gráfica 2.1.

Simultáneamente, las importaciones que ha realizado nuestro país constituyen en promedio el 64 por ciento, de ellas las más significativas son maquinaria, equipo industrial, aparatos y componentes eléctricos y electrónicos.

### 11.3.- PANORAMA DE LA INDUSTRIA DE AUTOPARTES EN MEXICO.

La globalización del mercado automotriz ha puesto ante los fabricantes de autopartes mexicanas el reto de conservar su mercado nacional y la oportunidad de acceder a los internacionales. Para los próximos años habrá una expansión moderada, con un crecimiento del 3.1% en promedio para el periodo 90-95 por lo que toca a la industria de autopartes, también se tendrá efectos en la industria terminal pues se incrementará la producción de vehículos, según estimaciones se dará un aumento substancial entre 1990 y 1994 de más del 25%, incremento que con seguridad suscitará la demanda de autopartes de repuesto.

En los próximos cuatro o cinco años el parque vehicular se va a renovar en forma importante, va a ser más joven, va a ver demanda de refacciones pero de alta rotación, refiriéndose a estas como las piezas que se cambian con relativa frecuencia. Esto traerá por consecuencia la reactivación definitiva de la exportación e importación de productos automotrices sobre todo a partir de 1991.

La clave para la supervivencia ante la competencia que se presenta cada día más agresiva, recaerá en la habilidad de transportar las operaciones productivas a aquellos lugares que ofrezcan mayores ventajas competitivas, como es el caso de México. Las perspectivas exportadoras al mercado de Estados Unidos y Canadá son bastante favorables, así se presenta en el capítulo anterior que México también a participado de manera exitosa en el proceso de globalización de la industria automotriz. Como por ejemplo, se tiene el dato que en 1989 fuimos el segundo proveedor de los Estados Unidos en cuanto a parabrísas y radiadores, con una participación en el total de importaciones americanas del 36% y 21% respectivamente.

En cuanto a motores de gasolina para automóviles México ocupó el tercer lugar después de Japón y Canadá, participando en 1989 con el 20% de las importaciones a Estados Unidos. Reflejo de esta situación es el hecho de que las plantas mexicanas exportadoras de motores se encuentran casi al total de su capacidad instalada.

VENTA MENSUAL TOTAL  
Abril y Acumulado Enero-Abril 1989-1990

R E S U M E N

| VEHICULOS POR SEGMENTO | ABRIL    |        |          |        | ENERO-ABRIL |        |          |        |
|------------------------|----------|--------|----------|--------|-------------|--------|----------|--------|
|                        | 1990     |        | 1989     |        | 1990        |        | 1989     |        |
|                        | UNIDADES | %      | UNIDADES | %      | UNIDADES    | %      | UNIDADES | %      |
| AUTOMOVILES            | 23228    | 64.17  | 20959    | 58.40  | 94623       | 64.39  | 85157    | 60.62  |
| CAMIONES               | 12724    | 35.15  | 14513    | 40.44  | 51002       | 34.71  | 54084    | 38.50  |
| TRACTOCAMIONES         | 208      | 0.57   | 352      | 0.98   | 1118        | 0.76   | 1048     | 0.75   |
| AUTOBUSES INTEGRALES   | 39       | 0.11   | 66       | 0.18   | 208         | 0.14   | 186      | 0.13   |
| TOTAL                  | 36199    | 100.00 | 35890    | 100.00 | 146951      | 100.00 | 140475   | 100.00 |

PRODUCCION NACIONAL MENSUAL DE VEHICULOS  
Abril y Acumulado Enero-Abril 1989-1990

R E S U M E N

| VEHICULOS POR SEGMENTO | ABRIL    |        |          |        | ENERO-ABRIL |        |          |        |
|------------------------|----------|--------|----------|--------|-------------|--------|----------|--------|
|                        | 1990     |        | 1989     |        | 1990        |        | 1989     |        |
|                        | UNIDADES | %      | UNIDADES | %      | UNIDADES    | %      | UNIDADES | %      |
| AUTOMOVILES            | 23243    | 63.72  | 21319    | 58.99  | 96874       | 64.62  | 85757    | 60.24  |
| CAMIONES               | 13000    | 35.64  | 14373    | 39.77  | 51707       | 34.49  | 55274    | 38.82  |
| TRACTOCAMIONES         | 181      | 0.50   | 384      | 1.06   | 1115        | 0.74   | 1147     | 0.81   |
| AUTOBUSES INTEGRALES   | 50       | 0.14   | 63       | 0.17   | 219         | 0.15   | 190      | 0.13   |
| TOTAL                  | 36474    | 100.00 | 36139    | 100.00 | 149915      | 100.00 | 142368   | 100.00 |

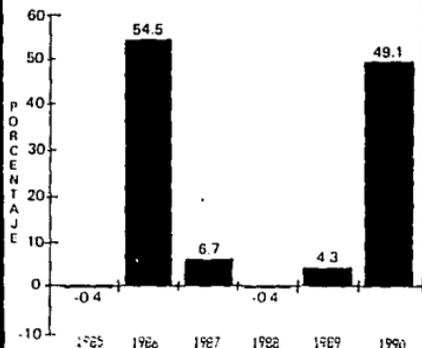
PRODUCCION MENSUAL DE EXPORTACION  
Abril y acumulado Enero-Abril 1989-1990

R E S U M E N

| VEHICULOS POR SEGMENTO | ABRIL    |        |          |        | ENERO-ABRIL |        |          |        |
|------------------------|----------|--------|----------|--------|-------------|--------|----------|--------|
|                        | 1990     |        | 1989     |        | 1990        |        | 1989     |        |
|                        | UNIDADES | %      | UNIDADES | %      | UNIDADES    | %      | UNIDADES | %      |
| AUTOMOVILES            | 14293    | 84.41  | 15813    | 85.73  | 43556       | 79.88  | 56737    | 84.96  |
| CAMIONES               | 2639     | 15.59  | 2633     | 14.27  | 10969       | 20.12  | 10041    | 15.04  |
| TRACTOCAMIONES         | 0        | 0.00   | 0        | 0.00   | 1           | 0.00   | 1        | 0.00   |
| TOTAL                  | 16932    | 100.00 | 18446    | 100.00 | 54526       | 100.00 | 66779    | 100.00 |

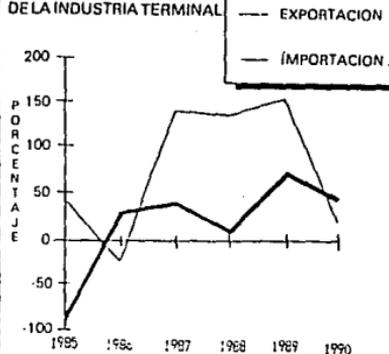
INDICADORES ECONOMICOS

DINAMICA DE LAS IMPORTACIONES EN LA INDUSTRIA NACIONAL DE AUTOPARTES



FUENTE: ELABORADO POR INA, A.C., CON DATOS PROPIOS

MEXICO: DINAMICA DE LA BALANZA COMERCIAL DE LA INDUSTRIA TERMINAL



FUENTE: ELABORADO POR INA, A.C., CON DATOS PROPIOS

## INDICADORES ECONOMICOS

EXPORTACIONES DIRECTAS: NUMERO DE EMPRESAS EXPORTADORAS Y VALOR DE LA INDUSTRIA NACIONAL DE AUTOPARTES



NOTA: VALOR EN MILLONES DE DOLARES

FUENTE: ELABORADO POR INA, A.C., CON DATOS PROPIOS

Necesitamos hacer uso de toda nuestra capacidad empresarial, incluyendo una de las herramientas más adecuadas: "El Control Integral de la Calidad."

Si bien es cierto que este sistema de trabajo incluye la parte técnica, como es el Control Estadístico del Proceso, las entregas Justo a tiempo, los métodos experimentales etc., la parte medular es el hombre y su capacidad de superación.

La mayoría de nuestras empresas fabricantes de autopartes, por requerimiento de sus clientes, han puesto en marcha estas nuevas técnicas, sin embargo son muy pocos aquellos que han podido remontar todo su bagaje de experiencias y lo han dirigido a la búsqueda de una nueva identidad; y menos aun son aquellos que han derramado a toda su organización la filosofía de trabajo que se centra en los cuatro principios básicos de Calidad Total como son:

- \* Que toda la gente dentro de nuestra organización sepa lo que tiene que lograr en su puesto.  
(objetivos claros).
- \* Que toda la gente sepa como hacerlo.  
Capacitación, desarrollo, adiestramiento, educación.
- \* Que toda la gente tenga con que hacerlo.  
(Métodos, procedimientos, herramientas, maquinaria, medio adecuado.)
- \* Que toda la gente quiera hacerlo.  
(Equidad, real interés de la empresa por su gente)

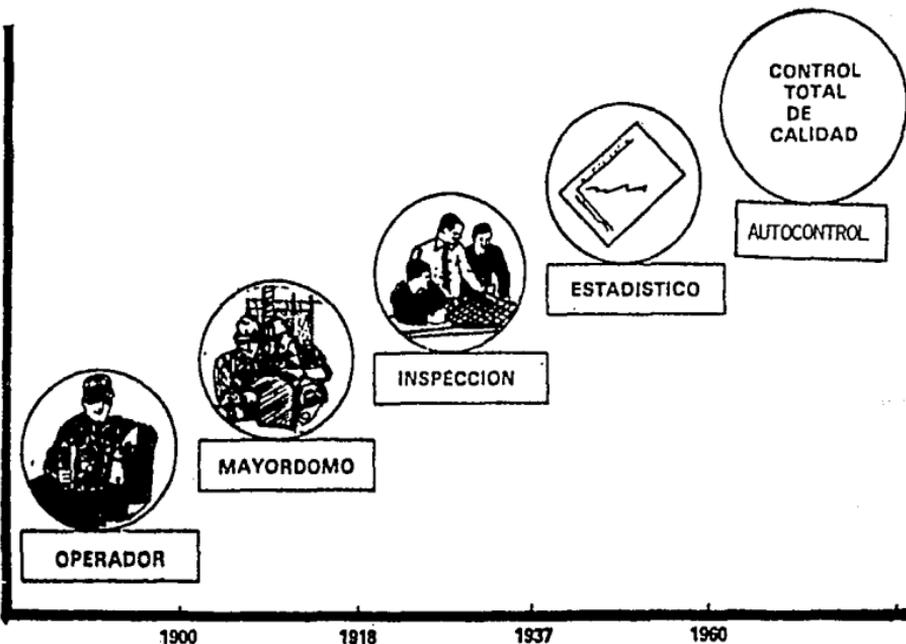
Debemos reconocer que es largo el camino que tenemos por recorrer para lograr el cambio requerido, sin embargo, la gente de la industria de autopartes está dando el ejemplo, integrándose al mercado mundial, desarrollando el potencial del mercado interno; aprovechando la segmentación del mercado y el incorporar las nuevas tendencias administrativas y sistemas de manufactura y de calidad.

# CAPITULO

## III

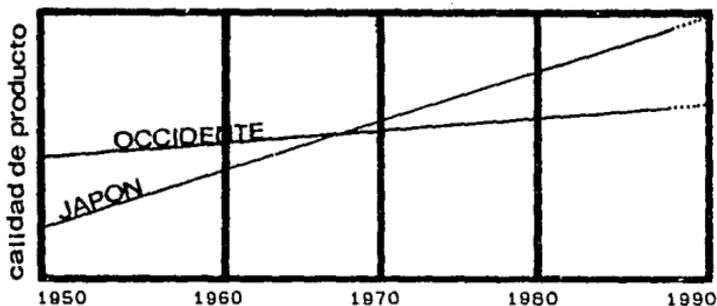
El Control de Calidad ha evolucionado sustancialmente a nivel mundial según el esquema 4.1., entre la primera y segunda guerras mundiales, se contrataron inspectores para revisar la producción y durante los años 60's la forma de realizar el control de calidad contaba con la ayuda de la estadística para realizar las inspecciones que requería el producto. Mientras en México un capataz era el responsable de los tramos de control tan grandes dentro del proceso productivo.

El concepto de autocontrol se introduce a finales de los 70's y durante los 80's se consolida el control de calidad nacional japonés. Mientras que en México se trata de copiar estos avances influenciados por estas culturas pero de manera irracional y poco coherente. Hace falta la capacidad de organización y estrategia que tienen nuestros directivos mexicanos para poder planear en forma racional los conceptos de calidad dentro las empresas.



ESQUEMA 4.1.

Un diagrama sencillo muestra lo que ha sucedido.



A principios de los años 50's la Calidad del producto occidental era considerado como la mejor. La etiqueta 'Hecho en USA, Alemania, Suiza, etc., aseguraba la venta de un activo. Durante las siguientes décadas la calidad occidental continuó mejorando, como ha venido haciendolo durante siglos.

Antes de la II Guerra Mundial, la calidad del producto japonés era mala, -era ampliamente considerada entre las peores-- sus productos podían ser vendidos pero solo a precios muy bajos y aun así era difícil repetir la venta.

Tan pronto terminó la guerra, la calidad japonesa empezó a mejorar y el grado de mejoramiento ha sido notable. Para los 70's, Japón se encuentra en un estado de igualdad con Occidente. Dentro de este amplio estado de igualdad, occidente retuvo su liderazgo de calidad en algunas líneas de productos. En otras líneas, los japoneses han logrado calidad superior; esta fué una razón principal del dramático cambio de que el mercado de occidente de los televisores a color sufrió en favor del Japón.

El diagrama muestra también que desde mediados de los 70's las dos líneas, han ido divirgiendo. El pronóstico es que durante los 80 y 90's, la situación se inclinará más hacia el lado del Japón mientras el occidente únicamente apreciará la magnitud de esta amenaza.

En cualquier competencia un elemento importante de gran estrategia es conocer las fuerzas del competidor. Entre más entiendan las compañías occidentales los ingredientes de la revolución japonesa de la calidad, tanto más efectiva será la respuesta occidental.

Los japoneses pudieron haber escogido un enfoque evolutivo: aprender gradualmente por experiencia cómo competir contra occidente. Por el contrario, los industriales japoneses escogieron crear una revolución en calidad. Con ese fin se apartaron de la práctica anterior en tres formas radicales

- 1.- Un programa de entrenamiento masivo, con respecto a la calidad.
- 2.- Programas anuales de mejoramiento de la calidad.
- 3.- Liderazgo de la alta administración en la función de la calidad.

### III.2.- EFECTOS DEL CONTROL DE CALIDAD JAPONES.

Los efectos provocados por el control de calidad Japonés saltan a la vista y son la sorpresa de todo el mundo.

- \* Mercado de ventas incrementado.
- \* Costos reducidos.
- \* Relaciones comprador-vendedor racionales.
- \* La estandarización como forma de vida.
- \* Relaciones humanas mejoradas destruyendo el seccionalismo.
- \* Niveles de calidad superiores comprendidos como si fueran retos.
- \* Innovaciones Tecnológicas.
- \* Rechazos, reprocesos y desperdicios reducidos.

### III.3.- ACTIVIDADES RECIENTES DEL CONTROL DE CALIDAD JAPONES

Dado el sorprendente desarrollo del control de calidad Japonés, los trabajos actuales sobre la materia son muy amplios y cabe destacar algunos de ellos.

- + Liberación del mercado internacional a través del control de calidad.
- + Exportación a través de calidad.
- + Prosperidad del mundo a través de calidad.
- + Mejoramiento en el desarrollo de la compañía.
- + Control de Calidad en el desarrollo de nuevos productos.
- + Control de Calidad en las pequeñas compañías.
- + Control de Calidad desarrollado en computadoras.
- + Control de Calidad y el comercio.
- + Control de Calidad y el consumidor.
- + Liberación del capital externo a través del control de calidad.

En el fondo, este es el ingrediente esencial: El CAMBIO DE ACTITUD. Actitud de autocrítica, de superación y de participación creativa; es sustituir la actitud tercermundista de "Ahi se va" por el lema de "HAGAMOSLO BIEN DESDE LA PRIMERA VEZ".

Por lo tanto, si carecemos de Calidad en México es porque a nosotros los dirigentes empresariales, sociales y políticos no nos ha importado. Opinamos tolerantemente que "errar es humano"; aceptamos "niveles aceptables de defectos"; dedicamos más tiempo y esfuerzo a detectar y corregir errores que a PREVENIRLOS. Así somos nosotros los jefes, los que pregonamos la redituabilidad y la productividad, ignorando que las destruimos al no enfatizar simultáneamente la CALIDAD.

DIFERENCIAS EN CULTURA INDUSTRIAL.

| <u>JAPON:</u>  | <u>ESTADOS UNIDOS:</u>                                       | <u>MEXICO:</u>   |
|--|--|--|
| 1.- Alto nivel <u>educativo</u>  | Promedio de 29 y 39 de Secundaria                            | Promedio de 59 y 69 de Primaria  |
| 2.- Lealtad a la <u>Institución</u>                                      | La lealtad es <u>relativa</u>                                | Lealtad al <u>jefe</u>   |
| 3.- Relaciones con subordinados de tipo <u>familiar</u> con gran respeto | Relaciones de <u>Nosotros-Ellos</u>                          | Relaciones Horizontales de co-padrazgo. Verticales Autoritarias            |
| 4.- Entrenamiento en la cooperación desde niños                          | Entrenamiento en la <u>competencia</u> desde niños           | Entrenamiento en la dependencia desde niños                                |
| 5.- Compromiso a <u>largo plazo</u> con la empresa                       | Compromiso a <u>corto plazo</u> con la empresa               | Compromiso con el <u>jefe y amigos</u>                                     |
| 6.- Administración orientada a los recursos humanos                      | Administración orientada al <u>capital</u> .                 | Administración orientada al <u>poder</u>                                   |
| 7.- Identificación del empleado <u>con la empresa</u>                    | Identificación mayor según la <u>profesión</u> .             | Identificación con el <u>grupo social o regional</u>                       |
| 8.- Las decisiones involucran a <u>todos los niveles</u>                 | Las decisiones se toman en 19 y 20 niveles                   | <u>El jefe superior</u> toma las decisiones                                |
| 9.- Alto énfasis en la selección del personal                            | Poco interés, se puede prescindir fácilmente de las personas | Selección por amistad previa o por recomendaciones (ya aprenderá)          |
| 10.- Empleo <u>garantizado de por vida</u> por las organizaciones        | No hay garantía de permanencia                               | Dificultad legal de prescindir del empleado                                |
| 11.- El salario es una parte de las utilidades                           | Es un derecho para incrementar consumo                       | Es una consecuencia de la antigüedad                                       |
| 12.- Sistemas completos de evaluación a todo nivel                       | Evaluación por alcance de objetivos                          | Evaluación sofisticada de ejecutivos, mecánicamente en niveles operativos. |

**III.4.- EVOLUCION ORGANIZACIONAL Y DEL CONTROL DE CALIDAD  
EN MEXICO.  
(1940-1990)**

**1940-1970** Todas las organizaciones mexicanas mostraban:

- 1.-Alta centralización en los procesos administrativos.
2. Poca satisfacción a las necesidades del personal.
- 3.-Tecnologías de trabajo rutinarias.
- 4.-El operador es el responsable del control de calidad, y es una especie de artesano.
- 5.-Con la introducción de las teorías de Taylor, el control de calidad vino a ser responsabilidad del mayordomo.

**1970-1974** Preocupación por mejorar el balance natural de las organizaciones.

- 1.-Surge la escuela de las relaciones humanas, haciendo énfasis en el mejoramiento de las mismas
- 2.-Surge la escuela de Ingenieros Industriales, estableciendo principalmente los métodos estándar de operación.
- 3.-Se contratan inspectores para que con una inspección al 100% se hiciera responsable del C.C.

**1974-1976** La corriente del desarrollo organizacional introduce planteamientos que generan el cambio de algunos de los siguientes subsistemas.

- 1.-Diseño de la tecnología de trabajo.
- 2.-Reestablecer la estructura organizacional.
- 3.-Definición de la cultura y conocimientos del personal.
- 4.-Aparece el enfoque estadístico en la inspección con especialistas en estadística encargados de la inspección.

1978-1980 Se empieza a tomar en cuenta el concepto de calidad moderno y se reconoce:

- 1.-Que satisfacer al consumidor es el punto de partida y motivo de la organización.
- 2.-Se introducen los conceptos modernos de mercadotecnia.
- 3.-Educación y entrenamiento continuo orientado a la calidad, al respeto humano, y a la tecnología de trabajo.
- 4.-La participación grupal de supervisores y trabajadores en círculos de calidad para ejecutar el control de calidad en sus trabajos.

1980-1990 Se toma conciencia de que todo el personal de la organización y que cada quien es responsable del control de calidad.

Aparece en México el concepto de Company Wide Quality Control, o dicho de otra forma, CONTROL TOTAL DE CALIDAD.

1990- El principio del autocontrol deberá tomar un lugar especial en la forma de ejecutar el Control de Calidad y deberá consolidarse el Control de Calidad a un nivel nacional.

Se fabricarán productos de buena calidad y a precios razonables. Difusión internacional de la calidad de los productos al estilo Japonés.

La realidad sobre la evolución organizacional en México se puede criticar, no así las corrientes administrativas y de control de calidad, porque muchas de ellas han demostrado su valía con resultados exitosos. Lo que sí se critica es el atraso y los cambios irracionales de los estilos administrativos no consolidados dentro de las diferentes etapas de evolución nacional.

A finales de los 70's algunos altos directivos cuyas empresas se desenvolvían en un mercado de vendedores, subestimaban al control de calidad, encubrían sus improductividades y nos sacrificaban a los consumidores con altos costos. Esos mismos directivos cuyas empresas actualmente se desenvuelven en mercados contraídos y exigentes, han reconocido prácticamente que las improductividades de sus procesos internos, encubiertas en los años de mercados cautivos, en estos momentos se constituyen en la causa esencial del nivel de incompetencia tanto en el precio como en la calidad de sus productos y servicios.

El proteccionismo industrial y la perspectiva cortoplacista de las empresas, entre otros factores, han propiciado en la actualidad que el medio industrial mexicano esté ejecutando el control de calidad que los países desarrollados aplicaban durante los años 30's ó 40's. El control de calidad ha evolucionado sustancialmente a nivel mundial independientemente a la situación externa de las empresas, mientras que el progreso tardíamente creciente de las empresas nacionales, invariablemente requiere de la práctica de la lección nuevamente experimentada: "Prepararse para competir en el mercado libre vía una perspectiva cortoplacista, para estudiar, aplicar, y desarrollar el control de calidad a todo lo largo y ancho de sus organizaciones.

Mientras que el Control de Calidad llegó para quedarse en el Japón y en los Estados Unidos a principios de los 40's, México apenas estaba organizando sus empresas para dejar el trabajo artesanal.

Si bien es cierto que se han copiado técnicas y modas, son los japoneses los que han desarrollado e innovado las técnicas del Control de Calidad americanos de tal grado que los conceptos anteriores se han llevado a la práctica como una filosofía administrativa de sus empresas desde 1940. Lógicamente, el Control de Calidad se ha constituido en un elemento vital en los resultados sobresalientes del pueblo japonés.

## ¿ EL MILAGRO JAPONES ?

EL MILAGRO SE BASA EN:

- CALIDAD           Hacer bien las cosas a la primera vez.  
Satisfacer las necesidades del cliente
- PUNTUALIDAD       Cumplir con los compromisos contractuales.
- PRODUCTIVIDAD    Hacer más con menos. Nada de hora extras.
- CREATIVIDAD       Mejorar e introducir cambios benéficos.

HANS RUSH.

# CAPITULO

## IV

#### IV.1.- CONCEPCION DEL CONTROL DE CALIDAD.

Algunas personas malentienden que la calidad se refiere a productos de la mejor calidad, pero calidad es aquella que satisface las necesidades del consumidor.

¿Qué compraría usted, un periódico con un papel de alta calidad a \$3,000.00, ó un periódico con un papel de regular calidad a \$500.00, cuando ambos tienen exactamente el mismo contenido?

Normalmente, las cosas que compramos van de acuerdo con nuestro ingreso, la satisfacción a las necesidades y al uso. Calidad en sentido estricto es calidad de producto.

Calidad en un sentido amplio es calidad de planeación, de diseño, de compras, de proveedores, del proceso, de producción, de inspección, de ventas, de servicios, de calidad del ser humano y en general, calidad de vida.

La calidad es la totalidad de características de un producto o servicio que tiene la habilidad de satisfacer necesidades dadas. Organización Europea para el Control de Calidad (EOQC).

Calidad es el compuesto de todos los atributos o características incluyendo la ejecución de una parte o producto. Karel Haussmann.

Son entonces aquellas características del producto las que el usuario reconoce y toma en cuenta como beneficiosas para él. Este concepto de juzgar según lo ve el usuario se le llama IDONEIDAD, APTITUD PARA EL USO O ADECUACION AL USO.

La adecuación al uso es sinónimo de calidad. Cualquier aspecto ( propiedad, atributo, etc.) de los productos, materiales, y procesos que se necesitan para lograr la aptitud para el uso, es una característica de calidad. Estas características son de diversas subespecies:

Tecnológicas.

Psicológicas.

Con relación al tiempo, p.e., fiabilidad, mantenibilidad.

Éticas, p.e., cortesía del personal, honrradez.

Este concepto de característica de calidad es tan viejo como la especie humana ( el mundo biológico completo responde a ese concepto ). Sin embargo, ha sido necesario mucho tiempo para cuantificar estas características.

Las características tecnológicas especialmente las propiedades de los materiales, fueron extensamente cuantificadas hace algunos siglos con el crecimiento acelerado de la instrumentación. Las características de calidad de las industrias de servicios, aunque incluyen todas las subespecies anteriores, están dominadas por lo psicológico y por lo ético.

Las características de calidad se pueden clasificar realmente en varias categorías de aptitud para el uso. Esta clasificación nos ayuda a comprender la naturaleza e interrelación de las necesidades del usuario:

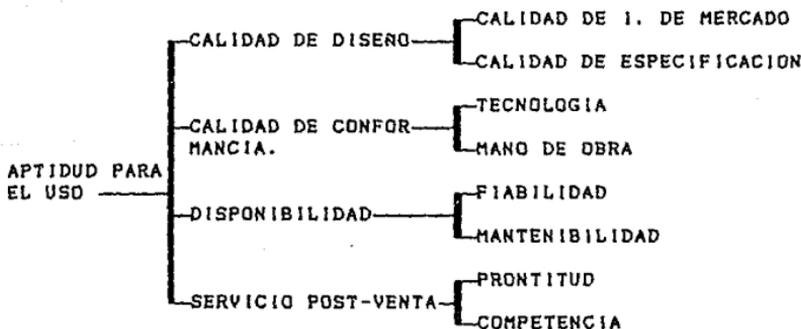
CALIDAD DEL DISEÑO

CALIDAD DE CONFORMIDAD

DISPONIBILIDAD

SERVICIO POST-VENTA

Los parámetros pueden esquematizarse en forma de árbol para que se pueda apreciar la interrelación que existe.



#### IV.2.- LAS ESPECIFICACIONES COMO SUBSTITUTOS PARA EL CONOCIMIENTO DE LA APTITUD PARA EL USO.

En las sociedades primitivas habia poca necesidad de especificaciones formales. A menudo el productor y el consumidor eran la misma persona, p.e., el recolector de alimentos, el cazador. Alternativamente podian ser diferentes personas, pero vivian en el mismo pueblo. Comercian productos que eran familiares para ambos y que estaban entonces disponibles ahi para la inspección. Cuando el producto comprado no era apto para el uso, este conocimiento podia ser comunicado rápidamente del consumidor al productor. Con tan corto circuito de información, un productor estaba bien equipado del conocimiento necesario para lograr la aptitud para el uso a pesar de la ausencia de especificaciones escritas.

En las sociedades industriales, la aptitud para el uso no puede alcanzarse mediante una colaboración tan sencilla. Para cualquier producto, las actividades de diseño, producción, venta, uso, etc; son realizadas por numerosas personas empleadas en diversas empresas, y ampliamente dispersadas geográficamente. De estos individuos, solamente unos pocos están situados de tal manera que puedan comprender que su contribución afecta al objetivo real, que es la aptitud para el uso.

En consecuencia es necesario dar a estas personas un objetivo sustituto, es decir, las especificaciones p.e.; de materiales, de procesos, de productos, de pruebas, de mantenimiento, para cada actividad que contribuya a la aptitud para el uso.

#### IV.3.- DEFINICION DE CONTROL INTEGRAL DE CALIDAD.

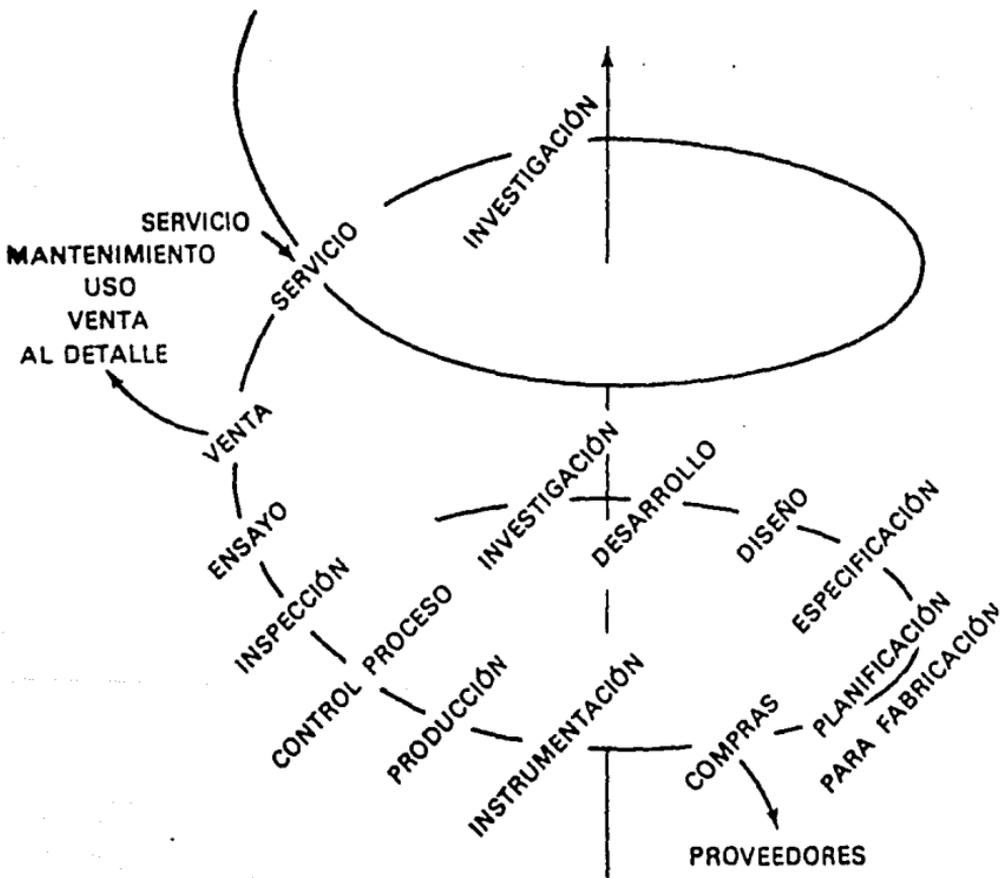
El Control de Calidad Integral es la participación de toda la organización desde el director hasta los trabajadores para administrar la Calidad. Utiliza todos los métodos y conceptos del Control de Calidad moderno para resolver problemas en el proceso de producción, para el control de las partes y de la materia prima, el control del diseño de nuevos productos y para hacer el análisis del negocio cuando la alta gerencia lo decida, para verificar si los planes y políticas de la alta gerencia se están llevando a cabo, para resolver problemas en la actividad de ventas, para el control del personal y la mano de obra y para la solución de problemas en los departamentos de servicio.

La función del Control Integral de Calidad es el de habilitar a la compañía para proporcionar bienes o servicios que satisfagan las necesidades de los consumidores. Este punto de vista puede ser eficientemente conducido, si todas las funciones de la compañía entienden el significado del control de calidad y dividen sus funciones entre las diferentes secciones y niveles.

El Control Integral de Calidad como sistema, implica la integración de los aspectos de Calidad en todas las etapas evolutivas del producto, incluyendo la especificación adecuada de lo que se requiere, producción para encontrar la totalidad de las especificaciones; inspección para determinar la si el producto o servicio resultante, esta de acuerdo con las especificaciones.

De acuerdo con el modelo definido, el Control Integral de Calidad queda conformado como sistema en el siguiente esquema:

# CONTROL INTEGRAL DE CALIDAD



concepto

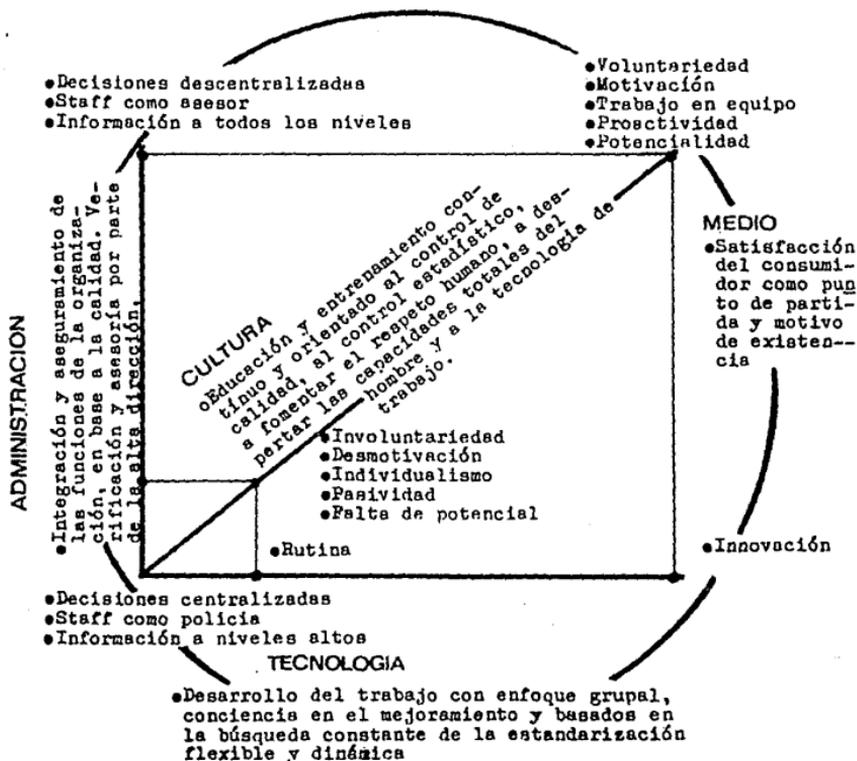
De donde se puede definir, que la Administración es la parte dentro del sistema, que integra y agrupa las funciones de la organización, en base a la Calidad. Verifica y asesora las acciones de la compañía por parte de la alta dirección. La administración entonces, toma alternativas y decisiones en forma descentralizada e informa a todos los niveles.

El Medio es la forma en que se satisface al consumidor, se debe de entender que el único medio para lograr esto es la Calidad. La calidad únicamente se obtendrá si existe voluntad, motivación y trabajo en equipo.

El desarrollo del trabajo con enfoque grupal, es lo que se conoce como Tecnología de Trabajo, y consiste simplemente en crear la conciencia en el mejoramiento, basados en la búsqueda constante de la estandarización flexible.

Todo lo anterior no podría existir sin una Cultura previa. Se debe entender aquí que una educación y entrenamiento adecuado basado en el control de calidad y en el control estadístico logra fomentar el respeto al trabajo que se está haciendo, a despertar las capacidades totales del hombre y a la tecnología del trabajo.

# CONTROL INTEGRAL DE CALIDAD C.I.C.



organización

#### IV.3.A.- TRES CONCEPTOS BASICOS DEL CONTROL INTEGRAL DE CALIDAD.

Los tres conceptos básicos del Control Integral de Calidad son:

- 1) CALIDAD, 2) CONTROL, 3) ESTADISTICA.

##### 1) Concepto de Calidad:

"Satisfacer las necesidades del consumidor".

"El siguiente proceso es el consumidor".

##### 2) Concepto de Control:

"Planear, ejecutar, verificar, y tomar acción para lograr los objetivos".

"Verificar si el trabajo o proceso se ejecuta con las instrucciones planeadas, ordenadas, dirigidas y estandarizadas, y si se comporta algún fenómeno desfavorable para conseguir los objetivos, tomar acciones

"Si no se tiene un buen Control, los efectos de las mejoras no se sostendrán por largo tiempo."

"Las acciones implican: Remedio inmediato y prevención contra la recurrencia."

##### 3) Concepto Estadístico:

"Siete herramientas estadísticas básicas".

## CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO, SCEP.

### IV.4.- FILOSOFIA.

Dentro del control integral de calidad, es de gran importancia el realizar el proceso de producción de la mejor manera desde el principio, controlando esa calidad en el momento mismo de la producción.

Antiguamente se establecía que una inspección masiva tenía la finalidad de detectar aquellos productos que no cumplieran con las especificaciones, para separarlos y retrabajarlos o deshecharlos. Así los defectos no llegaban a las manos del consumidor a costa de un alza considerable en los costos del fabricante, así como trastornos de cargas de trabajo extras en la producción en serie.

Actualmente, la herramienta con que se cuenta para vigilar continuamente el proceso de producción es el CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO. Abreviado CEP que permite observar y mejorar instantaneamente la variabilidad existente en la producción. Además permite establecer lo que ocurre en dicho proceso a través del tiempo. El CEP. no pretende separar las partes buenas de las malas por medio de la inspección, sino controlar y mejorar el proceso desde el principio, es la parte medular que nos permite mejorar el proceso diariamente.

Por otro lado los alcances del CEP. no deben detenerse en el interior de la compañía, sino deben de estudiarse a los proveedores de la misma bajo este mismo concepto de calidad.

## FILOSOFIA SCEP.

**\*QUE EL CONTROL DE CALIDAD  
SE BASA EN LA PREVENCIÓN  
Y NO EN LA DETECCIÓN DE  
DEFECTOS\*.**

La filosofía que sustenta al sistema de control estadístico de procesos sugiere que:

LA PRODUCCIÓN DE BIENES Y SERVICIOS COMPETITIVOS DEBEN BASARSE EN UN SISTEMA DE CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS, EL CUAL DEBE ENFOCARSE A LA PREVENCIÓN DEL ERROR Y NO A LA DETECCIÓN Y CORRECCIÓN DEL ERROR.

Esta filosofía fue desarrollada por el DR. W.E. DEMING.

Como se observa, esta filosofía tiene dos características altamente entendibles; la prioridad en el uso de los métodos estadísticos y la utilización de dichas técnicas para mejorar y/o mantener el sistema.

El sistema CEP. es útil a todas las industrias, sin embargo tiene sus demandas y sus requisitos. Es necesario contar con un compromiso total de todos los trabajadores hacia la aplicación y seguimiento de estos métodos y una inmersión activa y participativa visible en este sistema de prevención para mejorar la calidad del producto.

"La contribución a largo plazo de conceptos estadísticos depende no tanto de la intervención de estadísticos altamente especializados en la industria, sino de la formación de una generación de físicos, químicos, ingenieros y otros hombres con mentalidad estadística, que de alguna forma tomen parte del desarrollo y dirección de los procesos de producción del mañana".

W.E. DEMING Y W.A. SHEWART .

#### IV.5.- ELEMENTOS DE ESTUDIO DEL SISTEMA PARA EL CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO (SCEP.)

Los elementos que conforman el sistema que permiten la actuación del CEP. para conocer y manejar los resultados de un proceso son los siguientes:

1.- EL PROCESO: Es el conjunto de elementos materiales y humanos que se combinan para producir un resultado. Estos elementos son por lo general; el personal, el equipo, los materiales, los métodos y el medio ambiente. La eficiencia productiva y la calidad del resultado dependen del diseño del proceso y de la forma en que se está llevando a cabo.

#### 2.- INFORMACION SOBRE EL COMPORTAMIENTO DEL PROCESO:

Cuando se analiza la información sobre el resultado del proceso, es necesario decidir si se han de formar acciones correctivas o no. Si esta información no es oportuna, de poco servirá para corregir el problema.

#### 3.- CAMBIOS EN EL PROCESO:

Todas las acciones que se tomen con el fin de corregir o mejorar el proceso, deben pensarse muy bien y realizarse siempre una por una, para poder evaluar el efecto que habrán de producir. Así se deberá conocer de una vez por todas, la solución correcta a cada variación que se vaya presentando en un futuro.

#### IV.6.- LA VARIABILIDAD EN LOS PROCESOS.

##### IV.6.A.- NATURALEZA DE LA VARIACION.

El concepto de variación es uno de los conceptos mas importantes cuando se trata de controlar un proceso. La variación así dicha es cambiar una cosa de forma, propiedad, estado, dimensión, ser una cosa diferente de otra, algo que es inestable, inconstante y mudable.

Para nuestro estudio nos interesan los procesos, así que cualquier producto que se haya elaborado manual o automáticamente por una o varias personas, con distintas máquinas y herramientas, está sujeto a todas las variaciones posibles que se presenten en cada uno de los pasos transformadores del producto. Las diferencias existentes entre distintos productos pueden ser evidentes y detectarse a simple vista, o tan pequeñas que apenas sean apreciables con aparatos de medición de gran precisión.

**\*LO CIERTO ESQUE NO HAY DOS PRODUCTOS IGUALES, POR PEQUENA QUE SEA LA DIFERENCIA\*.**

Las causas de variación pueden ser tan diferentes que unas produzcan un cambio en un lapso de tiempo muy corto, y que otras, lo produzcan en uno muy largo. Los cambios pueden ser graduales o repentinos, pequeños o grandes. En suma, se ha adoptado por aceptar el producto cuya variación permanezca dentro de los límites de tolerancia o especificaciones. En terminos de aceptar o rechazar el producto, los límites de especificación funcionan muy bien pero no así cuando se trata de dirigir y controlar la variación. Por eso las variaciones se deben de analizar en base a las fuentes que las ocasionan.

Para facilitar su estudio se debe de distinguir entre las causas comunes y las causas especiales de variación.

Las causas especiales de variación se detectan muy fácilmente a través de las técnicas estadísticas que en este trabajo se presentan. Estas causas no son comunes a todas las operaciones involucradas.

**Ejemplos:**

Una herramienta mal afilada.  
Lotes de material defectuoso.  
Cambios drásticos de la temperatura del ambiente.  
Etc.

Corresponde a la persona directamente relacionada con la operación una vez descubierta una causa especial de variación y el tomar acciones correctivas inmediatas.

"Las causas especiales requieren acciones locales".

Las causas comunes de variación son causas que son parte del mismo sistema de producción y por lo tanto requieren de un análisis más detallado para poderseles eliminar o atenuar. La magnitud de la variación debida a causas comunes, se puede evaluar también por técnicas estadísticas.

El resultado de esta evaluación puede implicar un cambio profundo en el método de manufactura o un cambio de proveedor de materiales e insumos, etc.

Para corregir las causas comunes de variación se requiere de decisiones por parte de la alta gerencia para que se lleve a cabo el cambio necesario, que por cierto son muy costosos ya que son acciones que van sobre el sistema.

En resumen; se requieren de acciones locales para las causas especiales de variación y acciones sobre el sistema para las causas comunes de variación.

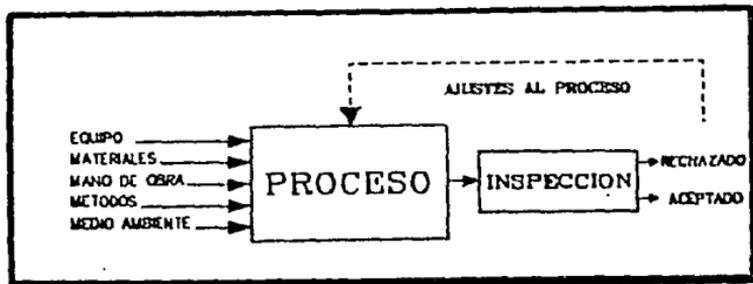
#### IV.7.- PRINCIPIO DE LA PREVENCION DE DEFECTOS.

#### PRINCIPIO DE LA DETECCION DE DEFECTOS.

#### EL CONTROL DE CALIDAD BASADO EN LA PREVENCION DE DEFECTOS Y NO EN LA DETECCION DE DEFECTOS.

La evolución tecnológica nos marca una etapa en la cual la calidad ya no es tarea exclusiva del departamento de inspección o del departamento de Control de Calidad. No es posible que se siga poniendo interés solamente en la inspección ya que esta sólo se limita a detectar los defectos al final del proceso.

En el enfoque de Control de Calidad por detección de defectos se tiene distintos elementos que influyen en el proceso y se obtiene un producto que se inspecciona. Los productos malos se separan de los buenos y después se intenta ajustar el proceso de fabricación con la información proveniente del producto defectuoso.



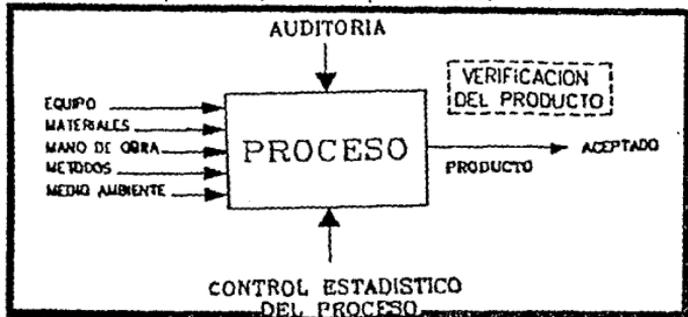
De esta forma no se puede saber con precisión cuales son las causas reales que ocasionan que los productos no esten saliendo como se desea. Por si esto fuera poco, los productos malos se deshechan o son reciclados para reparaciones o para ser retrabajados. De cualquier forma esto produce una perdida para la empresa.

Por el contrario, se debe de hacer incapiè en lo que ocurre durante el proceso de fabricación y no en la inspección masiva; se debe implantar el uso del control estadístico del proceso, fomentando y motivando a los trabajadores para que participen en los problemas de las líneas de ensamble y ampliando el control a los subcontratistas y a las divisiones de compras e ingeniería del producto y mercadeo.

Ya no se trata de encontrar los defectos una vez que ha salido el producto del proceso, sino de prevenirlos antes de que entre la materia prima al proceso para así tratar de obtener "CERO DEFECTOS".

Las técnicas de control estadístico son de gran ayuda en el enfoque de prevención de defectos. Estas técnicas deben ser bien conocidas y manejadas por los presidentes de empresas, gerentes directivos, gerentes intermedios, supervisores y trabajadores de línea.

En este segundo enfoque también se cuenta con los insumos que influyen en el proceso, pero en este caso la inspección no se hace al final sino que con ayuda de las técnicas estadísticas, el personal de producción realiza una auto-inspección. La auditoría que se realiza es únicamente para verificar que el proceso marche como debiera. La verificación del producto se hace pero para mejorar las cualidades del producto, el tiempo de vida, etc.



Se puede decir que anteriormente la actividad de inspección se caracterizaba con la frase:

**"LAS PARTES Y LOS PRODUCTOS QUE ESTEN FUERA DE ESPECIFICACIONES NO PASARAN".**

Con la introducción del control integral de calidad el lema sería:

**"HAGASE BIEN DESDE UN PRINCIPIO".** Por esta razón se debe poner más atención en la prevención de defectos para que la inspección no sea una necesidad.

Los capítulos séptimo y octavo son capítulos que se hacen necesarios para poder situarnos en la escena del problema y para poder comprender con facilidad cada uno de los elementos que se involucran en el problema mismo.

El capítulo once nos dará las últimas recomendaciones para utilizar eficazmente cada método y cada herramienta descritos a lo largo de este trabajo. También el capítulo once contiene las conclusiones a las que llegó este equipo de trabajo, en la solución del problema.

#### IV.8.- LA PREVENCIÓN OBJETIVO DE LAS EMPRESAS.

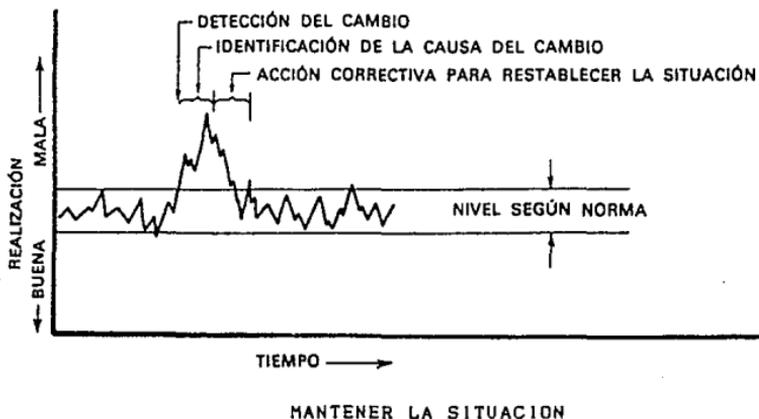
A la mejora de la calidad está dedicando un gran esfuerzo el sector industrial. Dicho esfuerzo se ha encaminado a la prevención de productos defectuosos con base en un sistema de control estadístico. Sin embargo esta función de prevención no ha sido bien comprendida en muchas empresas mexicanas.

Debido a esta problemática se ha decidido detallar esta función a fin de centrarnos en la aplicación y alcance de un sistema de control estadístico.

La prevención de defectos consiste realmente en varias y distintas actividades:

- A).- Eliminar las causas esporádicas de desviación con respecto a los niveles históricos de actuación.
  
- B).- Eliminar las causas crónicas de diferencia entre los niveles óptimos y los niveles históricos de actuación por medio de programas de mejora de la calidad.
  
- C).- Evitar las causas crónicas de diferencia que formen parte del planteamiento original.

Todas las fabricaciones continuas están sujetas a variación. Algunas mas significativas o importantes, otras que no lo son tanto. Las variaciones importantes son las que llaman la atención y alarman el sistema de control. Estas variaciones significativas son una separación esporádica de la norma y piden que la persona responsable del control considere las desviaciones del proceso y tome medidas para restablecer la situación descubriendo que cambios del proceso crearon los síntomas responsables del funcionamiento de la señal de alarma y luego eliminar las causas de los cambios.



La figura muestra una historia típica de fabricación que comprende un alejamiento esporádico de las normas. La secuencia de los sucesos utilizados para restaurar la situación se conoce con el nombre de Ajuste de Fabricación.

Una condición esporádica es un repentino cambio adverso en los niveles de actuación que requiere como remedio restaurar los niveles históricos. Cabe mencionar que a pesar de lo llamativo de los cambios esporádicos, la mayor cantidad de pérdidas económicas de una compañía se producen por unas pocas condiciones crónicas.

#### **IV.9.- PRINCIPIO DE AUTOCONTROL BASE PARA LA ELIMINACION DE CONDICIONES ESPORADICAS.**

##### **IV.9.A.- CONCEPTO DE AUTOCONTROL:**

Se entiende por autocontrol cuando el trabajo está organizado de tal manera que capacita a una persona para tener completa posibilidad de alcanzar los resultados planificados. Se dice que aquella persona trabaja en estado de autocontrol y puede considerarse responsable de los resultados.

Antes de que una persona pueda estar en situación de autocontrol deben cumplirse diversos criterios fundamentales. Se debe proveer al personal de medios para:

- 1.- Saber lo que se supone se ha de lograr al finalizar la operación o proceso, esto es, una norma.
- 2.- Información continua sobre lo que se está haciendo, para compararlo con la norma y determinar cualquier necesidad de ajuste en el proceso.
- 3.- Medios para ajustar el proceso cuando sea necesario en el caso de que falle en el cumplimiento de los objetivos.

Si se han satisfecho todas estas condiciones anteriores se ha creado un estado de autocontrol. El hecho de que se haya creado un estado de autocontrol no asegura por si mismo que se obtendrá el control definitivo. Este requiere todavía que el personal posea la calidad personal y el estado mental necesario, es decir, que pueda y quiera poner estas facultades en uso efectivo. Esto último debe ser propiciado por la administración de la empresa.

La secuencia de etapas a desarrollar para lograr el estado de autocontrol son las siguientes:

- A).- Elección de las estaciones de control y actividades que han de realizarse en cada una de las etapas del proceso.
- B).- Elección de cada característica de calidad que se controlará.
- C).- Definición de las especificaciones del producto en cada estación.
- D).- Definir los métodos estadísticos que serán utilizados para controlar cada característica de calidad.
- E).- Definición de responsabilidades.
- F).- Datos para el Autocontrol.
- G).- Apoyo al operario por parte del Supervisor.

Con respecto a este último punto, el operador debe contar con medios para regular lo que esta haciendo. Para que el proceso sea regulado, el operador debe realizar una serie de acciones muchas de las cuales deben contar con un apoyo directo de la supervisión.

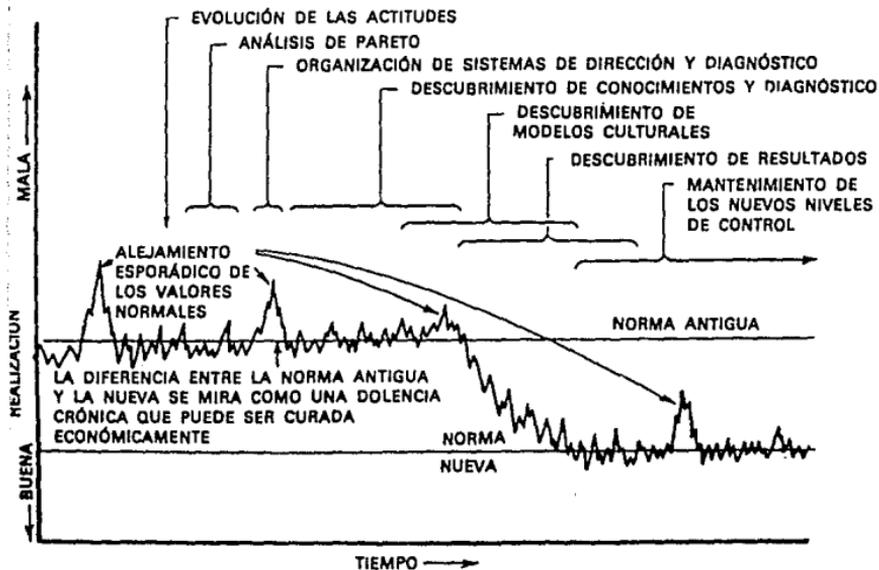
Si no se cumple alguna de las etapas anteriores, no se podrá cerrar el ciclo de autocontrol.

#### IV.10.- PERTURBACIONES CRONICAS: DESCUBRIMIENTO.

En cualquier sistema de control, el nivel normal de fabricación es también, el objetivo. En este concepto está implícito el supuesto de que no es económico (ni inclusive posible con la tecnología conocida) mejorar el nivel normal, sin embargo los directivos deben considerar como que lo normal ha quedado obsoleto a través de mejoras logradas por determinados hombres.

El proceso para lograr tales mejoras difiere notablemente del proceso de control, dado que el nivel normal del principio es contemplado en sí mismo como un nivel a superar. La diferencia entre el nivel antiguo y el nuevo propuesto se contempla como una enfermedad crónica, para la cual determinadas personas deben encontrar remedio.

Cuando se alcanza un nuevo nivel se llama **DESCUBRIMIENTO** como algo que lleva hacia algo nuevo.



#### IV.10.A.- PRINCIPIO DE DESCUBRIMIENTO, BASE PARA LA ELIMINACION DE CAUSAS CRONICAS.

El mejoramiento tiene como fin lograr un cambio, mejorando los niveles actuales. Trata de eliminar causas crónicas que provocan material defectivo. Para que el control estadístico de procesos tenga éxito es necesario que se cumplan las siguientes condiciones:

- 1.- Convencer al personal que un cambio en el nivel actual es conveniente y posible.
- 2.- Organizar la obtención de la información por medio de métodos estadísticos a fin de determinar los problemas de calidad importantes.
- 3.- Alentar la realización de acciones, consiguiendo acuerdos, efectuando cambios y venciendo la resistencia al cambio.
- 4.- Llevar a la práctica el cambio.

Una vez que se ha cumplido esta secuencia, a esto es necesario regresar al paso número 1. Esto es lo que se conoce como mejora continua.

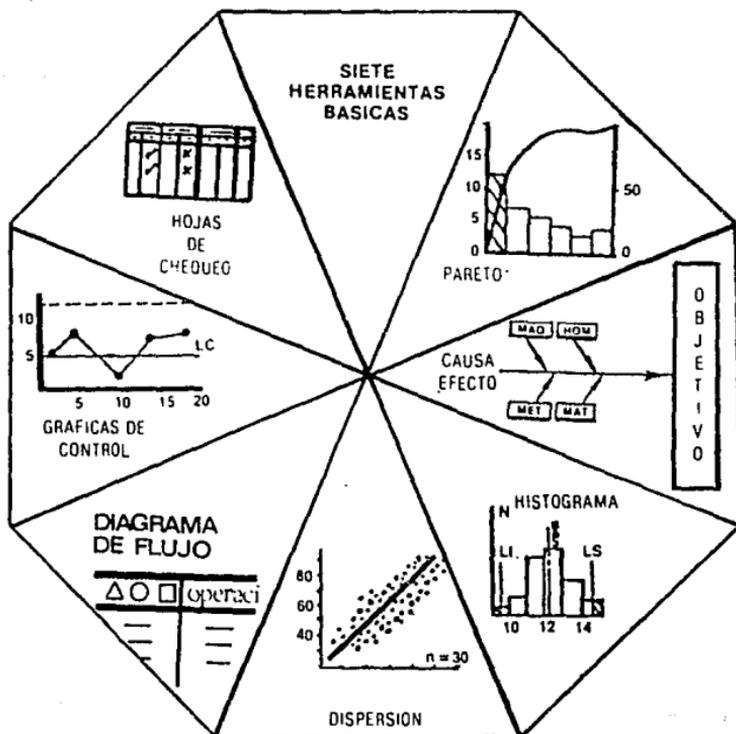
Ahora bien, al planificar la fabricación de un producto, es la base para eliminar condiciones crónicas también, es decir, que si se planea la elección de máquinas y herramientas, de equipos de medición y se controla la calidad del proceso, se estará buscando la excelencia en el producto.

# CAPITULO

## V

CAPITULO V. -

SIETE HERRAMIENTAS BASICAS, TEORIA, COMO SE CONSTRUYEN  
Y COMO SE USAN, EJEMPLOS.



"La realidad es más extraña que la ficción".

"Es sencillo lo que el proceso nos quiere decir, al encontrar los hechos y analizarlos (7 HB) para la correcta toma de decisiones. La práctica hace la perfección."

K. KAND

## V.1. - HISTOGRAMA.

### V.1.A.- CONCEPTO.

El histograma, base de la estadística descriptiva, es la presentación de datos en forma ordenada con el fin de determinar las veces en que ocurren las variaciones alrededor de cierto valor central o valor deseado.

El ancho de las barras representa el intervalo de clase y su altura, la frecuencia con que se presentan los datos para ese intervalo. Una línea que une los extremos superiores de las barras determina el perfil del histograma. Los distintos perfiles se asocian a distribuciones estadísticas, que se pueden manipular por métodos matemáticos, además de interpretarse para obtener conclusiones importantes.

El uso de los histogramas se ha extendido y se sigue aplicando ya que es una herramienta capaz de ofrecer en forma estandarizada, mucha información en un lenguaje común sin necesidad de largas explicaciones adicionales.

Es un diagrama tan fácil de construir e interpretar que se emplea mucho en el análisis elemental de datos antes de que se tomen decisiones correspondientes. Un ejemplo del uso extendido y eficiente del histograma de frecuencias es la comparación de la capacidad de un proceso con los límites de tolerancias.

Un número elevado de piezas defectuosas producidas, es el resultado de ejecutar un proceso con un ajuste que no sitúa la tendencia central cerca del punto medio del intervalo de tolerancias. fig. 5.1.

Para analizar un histograma extrayendo conclusiones que vallan más allá de los datos de la muestra, es necesario basarse en 50 observaciones, como mínimo.

## V.1.B.- COMO CONSTRUIR UN HISTOGRAMA.

La construcción de un histograma que refleje de manera clara y correcta la distribución de los valores de una población estadística es relativamente simple si se siguen los siguientes pasos. Para este propósito se procesarán datos reales tomados de un muestreo que relaciona de alguna manera nuestra intención de tratar de resolver un problema.

PASO 1. Se debe contar con los resultados, producto de un muestreo, registrados en una tabla de datos, de la cual sean fácilmente leídos y procesados.

| ** LIST **  |                  |                        |                   |     |       |     |       |
|-------------|------------------|------------------------|-------------------|-----|-------|-----|-------|
| PART NAME   | : JUNTA FC-B     | PART #                 | : ENSAMBLE        |     |       |     |       |
| OPERATOR    | : CARLOS RUIZ    | DEPARTMENT             | : INSPECCION M.P. |     |       |     |       |
| MACHINE #   | : NONE           | OPERATION              | : SEGUNDA         |     |       |     |       |
| GAGE        | : CONG-DIAMETROE | CHARACTERISTIC NAME    | : DIA. INT.       |     |       |     |       |
| UNIT        | : INCH           | RESOLUTION             | : 0.001           |     |       |     |       |
| DATE        | : 04-06-90       | TOTAL CHARACTERISTICS: | : 1               |     |       |     |       |
| -----       |                  |                        |                   |     |       |     |       |
| PART NAME # | : 1              | CHARACTERISTIC #       | : 1               |     |       |     |       |
| TOTAL DATA  | : 100            | NOMINAL VALUE          | : 3.049           |     |       |     |       |
| UPPER TOL.  | : 0.010          | LOWER TOL.             | : 0.010           |     |       |     |       |
| -----       |                  |                        |                   |     |       |     |       |
| NO.         | DATA             | NO.                    | DATA              | NO. | DATA  | NO. | DATA  |
| 1           | 3.056            | 2                      | 3.048             | 3   | 3.041 | 4   | 3.055 |
| 5           | 3.048            | 6                      | 3.059             | 7   | 3.040 | 8   | 3.048 |
| 9           | 3.052            | 10                     | 3.041             | 11  | 3.046 | 12  | 3.056 |
| 13          | 3.037            | 14                     | 3.055             | 15  | 3.048 | 16  | 3.063 |
| 17          | 3.054            | 18                     | 3.050             | 19  | 3.048 | 20  | 3.045 |
| 21          | 3.048            | 22                     | 3.050             | 23  | 3.047 | 24  | 3.044 |
| 25          | 3.049            | 26                     | 3.042             | 27  | 3.045 | 28  | 3.052 |
| 29          | 3.051            | 30                     | 3.052             | 31  | 3.050 | 32  | 3.052 |
| 33          | 3.049            | 34                     | 3.050             | 35  | 3.040 | 36  | 3.047 |
| 37          | 3.051            | 38                     | 3.050             | 39  | 3.045 | 40  | 3.044 |
| 41          | 3.042            | 42                     | 3.047             | 43  | 3.045 | 44  | 3.045 |
| 45          | 3.053            | 46                     | 3.038             | 47  | 3.048 | 48  | 3.052 |
| 49          | 3.046            | 50                     | 3.047             | 51  | 3.045 | 52  | 3.047 |
| 53          | 3.045            | 54                     | 3.048             | 55  | 3.052 | 56  | 3.039 |
| 57          | 3.048            | 58                     | 3.049             | 59  | 3.052 | 60  | 3.054 |
| 61          | 3.043            | 62                     | 3.048             | 63  | 3.049 | 64  | 3.044 |
| 65          | 3.045            | 66                     | 3.045             | 67  | 3.037 | 68  | 3.042 |
| 69          | 3.054            | 70                     | 3.047             | 71  | 3.047 | 72  | 3.050 |
| 73          | 3.049            | 74                     | 3.046             | 75  | 3.043 | 76  | 3.048 |
| 77          | 3.049            | 78                     | 3.054             | 79  | 3.059 | 80  | 3.057 |
| 81          | 3.049            | 82                     | 3.050             | 83  | 3.049 | 84  | 3.048 |
| 85          | 3.047            | 86                     | 3.048             | 87  | 3.060 | 88  | 3.059 |
| 89          | 3.047            | 90                     | 3.049             | 91  | 3.049 | 92  | 3.050 |
| 93          | 3.049            | 94                     | 3.046             | 95  | 3.046 | 96  | 3.046 |
| 97          | 3.052            | 98                     | 2.045             | 99  | 3.038 | 100 | 3.054 |

PASO 2. Contar el número de datos (n)

Datos:  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$

El número de datos = n (tamaño de la muestra).

$$n = 100$$

PASO 3. Seleccionar el valor máximo ( $X_{max}$ ) y el valor mínimo ( $X_{min}$ ) de todos los datos.

$X_{max} = 3.068$ ,  $X_{min} = 3.030$

PASO 4. Determinar la unidad mínima de los dígitos de los datos ( $a$ ). P.e.:

| Datos  |        |        |        | $a$        |
|--------|--------|--------|--------|------------|
| 14.41, | 21.52, | 18.31, | 15.40, | ..... 0.01 |
| 19.1,  | 17.2,  | 16.3,  | 17.8,  | ..... 0.1  |
| 30,    | 35,    | 40,    | 25,    | ..... 5    |
| 1.100, | 1.300, | 1.500, | 1.800, | ..... 100  |

Para el caso de nuestros datos  $a = 0.001$

PASO 5. Contar el número de tipos posibles de datos entre  $X_{max}$  y  $X_{min}$  ( $K$ ).

$$K = \frac{X_{max} - X_{min}}{a} + 1$$

$$K = \frac{3.068 - 3.030}{0.001} + 1 = 39$$

PASO 6. Decidir la frontera menor de la clasificación ( $c$ )

$$C = X_{min} - \frac{a}{2}$$

$$C = 3.030 - \frac{0.001}{2} = 3.029$$

PASO 7. Decidir la medida representativa del eje vertical. Puede ser de dos formas:

- a) Frecuencia ( es el conteo de datos de cada clase) Se usa generalmente.
- b) Porcentaje ( es el conteo de datos, en cada clase respecto al número total de datos), y se usa si la comparación entre dos o más histogramas es necesaria, y n es diferente.

PASO 8. Dibujar el histograma y además:

- a) Anotar su título y todos los detalles posibles.
- b) Describir la unidad de medición de los ejes.
- c) Escribir el valor de  $\bar{X}$  (promedio de los datos) y el de  $S$  (desviación estándar). Dibujar la línea que represente  $\bar{X}$ .
- d) Destacar, si existen, los límites de especificación o los límites de tolerancia.

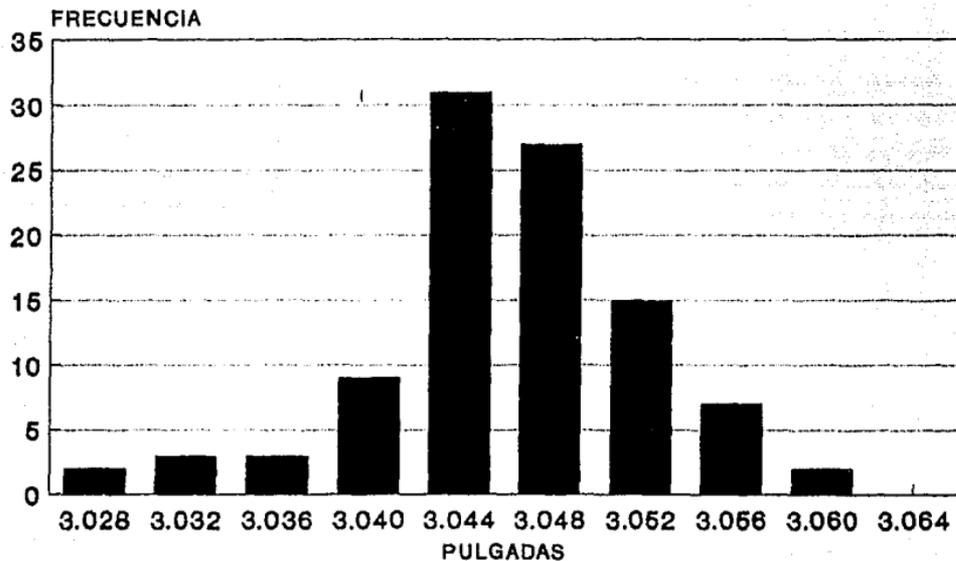
En la actualidad, existen programas para computadoras capaces de realizar todas las operaciones que son necesarias para construir un histograma. Este apoyo facilita y agiliza el manejo de las herramientas estadísticas.

En este trabajo en particular, se ha empleado un software que opera en computadores personales AT conocido en el ramo del Control de Calidad como Quality Alert o bien Q-Alert en su segunda versión, para el año de 1989.

A continuación se presenta el Histograma ejecutado por el paquete mencionado, así como la corrida de los datos analizados.

# MANUFACTURERA MEXICANA CONTINENTAL

## HISTOGRAMA I.S.



■ Series 1

\*\* LIST \*\*

|           |                  |                        |                   |
|-----------|------------------|------------------------|-------------------|
| PART NAME | : JUNTA PC-8     | PART #                 | : ENSAMBLE        |
| OPERATOR  | : CARLOS RUIZ    | DEPARTMENT             | : INSPECCION M.P. |
| MACHINE # | : NONE           | OPERATION              | : SEGUNDA         |
| GAGE      | : CONO-DIAMETROS | CHARACTERISTIC NAME    | : DIA. INT.       |
| UNIT      | : INCH           | RESOLUTION             | : 0.001           |
| DATE      | : 04-06-90       | TOTAL CHARACTERISTICS: | : 1               |

|             |         |                  |         |
|-------------|---------|------------------|---------|
| PART NAME # | : 1     | CHARACTERISTIC # | : 1     |
| TOTAL DATA  | : 100   | NOMINAL VALUE    | : 3.049 |
| UPPER TOL.  | : 0.010 | LOWER TOL.       | : 0.010 |

| NO.  | DATA  | NO.  | DATA  | NO.  | DATA  | NO.   | DATA  |
|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| 1 =  | 3.056 | 2 =  | 3.048 | 3 =  | 3.041 | 4 =   | 3.055 |
| 5 =  | 3.048 | 6 =  | 3.059 | 7 =  | 3.040 | 8 =   | 3.048 |
| 9 =  | 3.052 | 10 = | 3.041 | 11 = | 3.046 | 12 =  | 3.056 |
| 13 = | 3.037 | 14 = | 3.052 | 15 = | 3.048 | 16 =  | 3.063 |
| 17 = | 3.054 | 18 = | 3.050 | 19 = | 3.048 | 20 =  | 3.045 |
| 21 = | 3.048 | 22 = | 3.050 | 23 = | 3.047 | 24 =  | 3.044 |
| 25 = | 3.049 | 26 = | 3.042 | 27 = | 3.045 | 28 =  | 3.052 |
| 29 = | 3.053 | 30 = | 3.052 | 31 = | 3.050 | 32 =  | 3.052 |
| 33 = | 3.049 | 34 = | 3.050 | 35 = | 3.040 | 36 =  | 3.047 |
| 37 = | 3.051 | 38 = | 3.050 | 39 = | 3.045 | 40 =  | 3.044 |
| 41 = | 3.042 | 42 = | 3.047 | 43 = | 3.045 | 44 =  | 3.045 |
| 45 = | 3.053 | 46 = | 3.038 | 47 = | 3.048 | 48 =  | 3.052 |
| 49 = | 3.046 | 50 = | 3.047 | 51 = | 3.043 | 52 =  | 3.047 |
| 53 = | 3.045 | 54 = | 3.045 | 55 = | 3.052 | 56 =  | 3.038 |
| 57 = | 3.049 | 58 = | 3.049 | 59 = | 3.052 | 60 =  | 3.054 |
| 61 = | 3.043 | 62 = | 3.048 | 63 = | 3.049 | 64 =  | 3.044 |
| 65 = | 3.045 | 66 = | 3.045 | 67 = | 3.037 | 68 =  | 3.042 |
| 69 = | 3.054 | 70 = | 3.047 | 71 = | 3.047 | 72 =  | 3.050 |
| 73 = | 3.049 | 74 = | 3.046 | 75 = | 3.043 | 76 =  | 3.048 |
| 77 = | 3.049 | 78 = | 3.054 | 79 = | 3.059 | 80 =  | 3.057 |
| 81 = | 3.049 | 82 = | 3.050 | 83 = | 3.049 | 84 =  | 3.048 |
| 85 = | 3.047 | 86 = | 3.048 | 87 = | 3.060 | 88 =  | 3.059 |
| 89 = | 3.047 | 90 = | 3.049 | 91 = | 3.049 | 92 =  | 3.050 |
| 93 = | 3.049 | 94 = | 3.046 | 95 = | 3.046 | 96 =  | 3.046 |
| 97 = | 3.052 | 98 = | 2.045 | 99 = | 3.038 | 100 = | 3.054 |

HISTOGRAM (1.5)

DATE PRINTED : 04-06-90

DISK # : 1

PART # : ENSAMBLE

UNIT : INCH

=====  
PART NAME : JUNTA PC-8 PART # : ENSAMBLE  
OPERATOR : CARLOS RUIZ DEPARTMENT : INSPECCION M.P.  
MACHINE # : NONE OPERATION : SEGUNDA  
GAGE : COND-DIAMETROS CHARACTERISTIC NAME : DIA. INT.  
=====

CHARACTERISTIC # : 1 NOM. VALUE : 3.047  
UPPER LIMIT : 3.057 LOWER LIMIT : 3.057  
NO OF MEASUREMENTS(N): 100  
=====

=====  
MAX. : 3.068 MIN. : 3.030  
AVE. : 3.04764 RANGE : (MAX-MIN) : 0.038  
SD : (S/C4) : 0.00628 ( ASSUME C4=) IF N>25  
CP : (U.L-L.L)/6SD : 0.00000 CPK : (U.L-XDB)/3SD : 0.49690  
P : 100 P : 100.00 %  
SKEWNESS : -0.10696 KURTOSIS : 4.41444  
=====

+3 SD : 3.06648 -3 SD : 3.02880  
+4 SD : 3.07276 -4 SD : 3.02252  
=====

=====  
=====

| VALUE   | FREQUENCY | [%]   |
|---------|-----------|-------|
| 3.0285- | 2         | 2.00  |
| 3.0325- | 3         | 3.00  |
| 3.0365- | 3         | 3.00  |
| 3.0405- | 9         | 9.00  |
| 3.0445- | 31        | 31.00 |
| 3.0485- | 27        | 27.00 |
| 3.0525- | 15        | 15.00 |
| 3.0565- | 7         | 7.00  |
| 3.0605- | 2         | 2.00  |
| 3.0645- | 0         | 0.00  |

=====

## V.2.- DIAGRAMA DE PARETO.

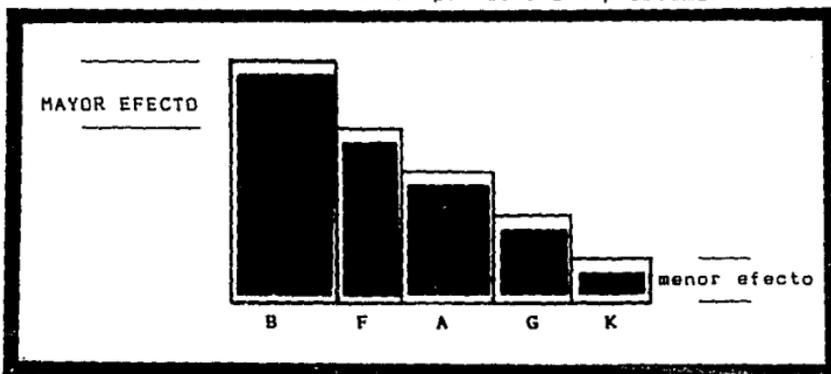
### V.2.A.- CONCEPTO.

El diagrama de Pareto, es una herramienta estadística que en forma de gráfica de barras, representa en forma ordenada, la importancia de mayor a menor de factores sujetos a estudio, tales como: defectos, devoluciones, costos, etc..

El nombre se tomó de WILFREDO PARETO, economista Francés que hizo estudios sobre distribución de la riqueza, pero fué el Dr. Juran el que lo aplicó al control de calidad. Los siguientes puntos son los más importantes para su realización:

- a) Que todas las personas involucradas cooperen.
- b) Que su cooperación tenga un fuerte impacto.
- c) Que se seleccione una meta u objetivo concreto.

El diagrama de Pareto debe involucrar a todas las personas que son afectadas por un problema, para que mediante la cooperación de las mismas, se diseñe el diagrama que permita determinar fácilmente la causa principal del problema.



La experiencia muestra que es más fácil reducir una barra grande a la mitad, que eliminar una pequeña y el efecto de la mejora es mayor. Por eso es que el diagrama de Pareto es una herramienta indispensable para conocer exactamente el objetivo sobre el que debemos concentrar nuestros esfuerzos.

También el diagrama de Pareto sirve para mostrar los resultados o los efectos de las mejoras realizadas y sirven también para confirmar su impacto.

El DP se concibe como la forma de ilustrar gráficamente el principio de pocos vitales y los muchos triviales. La idea principal de este principio consiste en afirmar que son pocos los factores que producen un efecto importante en la característica que se está analizando, y muchos los que producen un efecto mínimo.

En otras palabras, al resolver problemas con el DP se pueden establecer prioridades analizando los factores de los problemas a resolver, pues existen pocos que son vitales y muchos que son triviales, por lo que se debe seleccionar el problema principal, que debe ser atacado. Es más fácil disminuir en un 50% un problema grande, que acabar totalmente con uno pequeño.

En ocasiones se puede empezar por solucionar algún otro problema, pero no se debe de olvidar cuál es el problema principal. El identificar los factores y resolverlos separadamente permite concentrarse en ellos para encontrarles la mejor solución posible.

Una vez efectuadas las acciones correctivas, se pueden evaluar de una manera clara y objetiva repitiendo la aplicación del DP.

Los DP simplifican la comunicación entre los diferentes departamentos. Como herramienta en un círculo de calidad presenta claramente los factores que tienen mayor impacto en la calidad del producto, su costo, etc., y por ello convencer a los miembros del círculo, para que tomen medidas correctivas. En la presentación, a la gerencia, los DP muestran claramente los resultados que se han obtenido si se presentan las gráficas eslabonadas antes y después de las medidas correctivas.

Lo más importante para sacar el mayor provecho posible de un DP es escoger el enfoque que se le va a dar al fenómeno estos problemas relacionados con la calidad de un producto pueden ser de tan diversa índole, que dependerá del DP graficado, el enfocar el análisis de tal forma que la información graficada sea de gran relevancia. Si el departamento de producción de una industria manufacturera está trabajando con un número excesivo de piezas defectuosas, se puede buscar la parte responsable de ellos clasificando la información de la siguiente forma:

- 1.- con qué frecuencia se presentan los diferentes tipos de defectos
- 2.- cuántos defectos produce cada uno de los operadores
- 3.- cuántos defectos produce cada una de las máquinas
- 4.- cuántos defectos produce cada tipo de material ( proveedores distintos etc. )

Escoger el tipo de clasificación que se utilizará para recabar la información y construir el DP es quizá el paso más importante. En caso de que la primera clasificación no sea la adecuada, se recomienda intentar de nuevo con otra.

**CONSTRUIR EL DP ES YA EN SI PARTE DE LA SOLUCION DE UN PROBLEMA.**

## V.2.B.- COMO CONSTRUIR UN DIAGRAMA DE PARETO.

La construcción de de un DP es realmente sencillo si se se emplea un procedimiento de cinco pasos como el siguiente.

PASO 1.- Clasifique los factores a analizar de acuerdo a su tipo. Determine el periodo de recopilación de datos. Obtener en dicho periodo los datos sobre la ocurrencia de cada causa o tipo de defecto, utilizando una hoja de registro, especificando el número total de piezas o casos inspeccionados.

PASO 2.- La información obtenida es anotada de la mayor frecuencia a la menor ( en orden descendente ) en el siguiente formato y realizando las operaciones descritas.

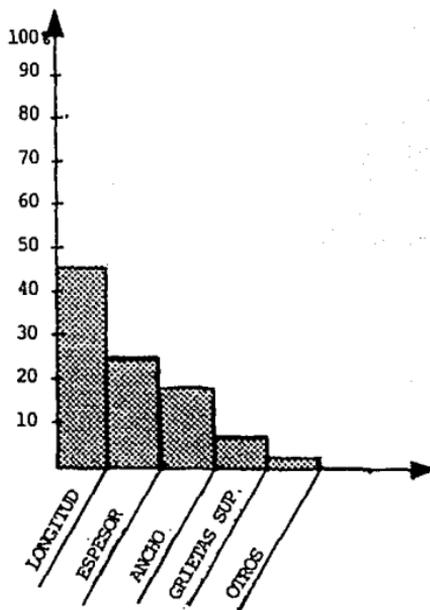
| RECORD DE DEFECTUOS.  |           |           |             |               |
|---|-----------|-----------|-------------|---------------|
| Fecha: 1 al 20 de Junio 89      Numero de inspeccionados: n = 1,200      No. 327-A            |           |           |             |               |
| Descripción de la pieza: TUBO INTERIOR FC-8    Inspector: CRM    Total de Características: 5. |           |           |             |               |
| CARACTERISTICA  | #DEFECTOS | ACUMULADO | %DEFETUOSOS | %COMPOSICION. |
| Longitud  | 130       | 130       | 10.8        | 46.4          |
| Espesor   | 70        | 200       | 5.8         | 25.0          |
| Ancho   | 50        | 250       | 4.1         | 17.8          |
| Grietas SUP.  | 20        | 270       | 1.6         | 7.1           |
| OTROS   | 10        | 280       | 1.2         | 3.5           |
| TOTAL   | 280       |           | 23.5        | 99.8          |

PASO 3.- Se calcula el porcentaje defectuoso por clase y el total de defectos acumulado. Los resultados se anotan en la hoja anterior.

$$Pd = \frac{n}{N} = \frac{130}{1,200} = 0.108$$

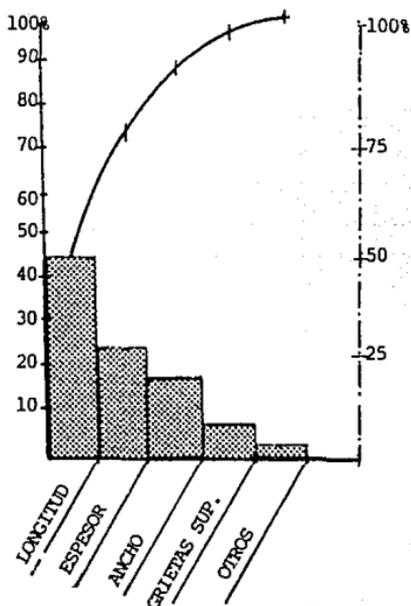
$$Pc = \frac{n}{\text{Total}} = \frac{130}{280} = 0.464$$

PASO 4.- Se trazan los ejes horizontal y vertical del DP. En el eje horizontal se debe seleccionar el intervalo adecuado (por lo general 1 cm.), para representar los tipos de factores y especifique cuales son. En el eje vertical seleccione una división adecuada en números enteros y fácil de leer, que represente el número de ocurrencia de cada factor tipo.



PASO 7.- Se trazan las barras correspondientes a los tipos de factores y ocurrencia.

PASO 8.- Trace la curva acumulada de ocurrencias y la escala de porcentaje de composición (eje vertical derecho). Divida esta escala en cuatro partes iguales: 25, 50, 75 y 100% con el fin de ver el efecto de la mejora, de acuerdo al objetivo. Ver fig. 5.2.



### V.3.- DIAGRAMA DE CAUSA - EFECTO.

#### V.3.A. - CONCEPTO.

El diagrama de causa - efecto (DCE) es una composición de líneas y símbolos que muestran la relación entre una característica de calidad y los factores que inciden en ella.

Este diagrama fué desarrollado por el Dr. KAORU ISHIKAWA en la Universidad de Tokio, Japón, en 1953, y desde entonces ha contribuido en la solución de problemas de calidad al mejorar los procesos de producción. Recibe también los nombres de Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Esqueleto de pescado.

Generalmente nos interesa realizar el análisis de un proceso cuando algo está fallando; esto es lógico ya que puede aumentar nuestra preocupación al incrementarse el número de defectivos es entonces cuando se debe de emplear el DCE. Sin embargo, también podemos analizar los procesos con el DCE cuando marchan muy bien, y así determinar cual es la causa principal que esta generando este efecto positivo.

Por ello, construyendo un Diagrama de Esqueleto de Pescado podemos visualizar claramente todas las causas que pudieron ocasionar cierto efecto en algún proceso, ya que se les aísla para un proceso minucioso que habrá de realizarse posteriormente.

Comunmente, el DCE permite analizar los factores que intervienen en la calidad de un producto. Estos factores pueden ser muy diversos, pero en general quedarán agrupados dentro de alguna de las siguientes causas principales:

**materiales, mano de obra, métodos, equipo y medio ambiente.**

El uso de esta herramienta no estadística, facilita en forma notable el entendimiento y comprensión del proceso y a su vez elimina la dificultad del control de la calidad en el mismo, aún en relaciones demasiado complicadas y promueve el trabajo en grupo, ya que es necesaria la participación de gente involucrada en el proceso para su elaboración y uso.

El enemigo más grande para mantener el control de un proceso es la gente que trata de buscar excusas para no lograrlo; por ejemplo: "Es muy difícil controlar la calidad y eficiencia en este proceso, porque hay demasiados factores y sus relaciones son muy complicadas." La idea con la que fué diseñado el diagrama de causa y efecto es eliminar ese problema.

### V.3.B.- UTILIDAD DEL DCE

- 1.- Plantea un problema específico durante todo el proceso de análisis, el cual será el foco de nuestra atención.
- 2.- Organiza las posibles causas del problema específico, evitando que se repitan o que se deje de mencionar alguna.
- 3.- Es una base para poder mediar en la discusión del problema, evitando desviaciones o distracciones del tema que se analiza.
- 4.- Una vez analizado el problema por otras personas se vuelve más sencillo organizar la información, para adquirir nuevos conocimientos y aprender algo más sobre ese proceso.
- 5.- El DCE permite darse cuenta de qué tanto se conoce de un proceso de producción dado. Mientras mayor sea el conocimiento acerca de éste, más fácil resulta el analizar los problemas que se vayan presentando.
- 6.- Ya que este diagrama ilustra racionalmente la relación entre las causas y el efecto, puede ser utilizado para analizar cualquier tipo de problema que se presente en cualquier empresa, ya sea de calidad, productividad, seguridad, etc..



A continuación anotaremos los pasos necesarios para su elaboración. Con este fin requerimos de un ejemplo que ilustre las diferentes etapas del proceso, el ejemplo que se presenta es parte del problema que se trata en el capítulo diez. Se pretende con esto explicar en forma detallada las causas que originaron el problema y de alguna manera llegar a la solución del mismo ahorrandonos un poco de tiempo sin tantos preambulos y ejemplos.

PASO 1. Decidir la característica de calidad o problema a analizar:

**EL ELEMENTO FILTRANTE ESTA FUERA DE CENTRO.**

PASO 2. Elabore una lista de todos los factores que tienen influencia sobre la calidad. Estos factores son los elementos de producción que tienen posibles variaciones y que ocasionan problemas en los procesos productivos:

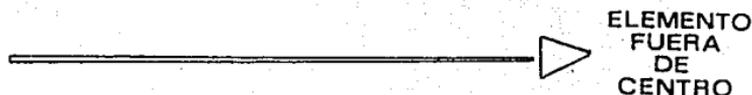
- \* DESPERFECTO EN LAS MAQUINAS
- \* INSPECCION INADECUADA
- \* DISTRACCION DE LOS OPERARIOS
- \* FALTA DE HOJAS DE INSTRUCCION
- \* MANTENIMIENTO ESCASO
- \* ILUMINACION INSUFICIENTE
- \* FALTA DE CONTROL EN LOS ESTACIONES DE INSPECCION
- \* SUPERVISION RELAJADA
- \* MAL MANEJO DE LOS MATERIALES
- \* DIMENSIONES INCORRECTAS
- \* MATERIA PRIMA FUERA DE ESPECIFICACION

PASO 3. Determine que factores dan lugar a otros y cuál es su relación entre ellos.p.e.:

**QUE LAS DIMENSIONES ESTEN INCORRECTAS ES DEBIDO A QUE:**

- + Existe algún desperfecto en alguna máquina
- + El operario no es muy responsable del trabajo

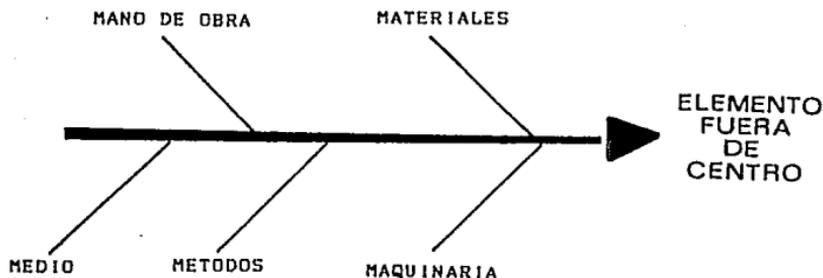
PASO 4. Escriba la característica de calidad al final de una flecha dibujada como base del diagrama:



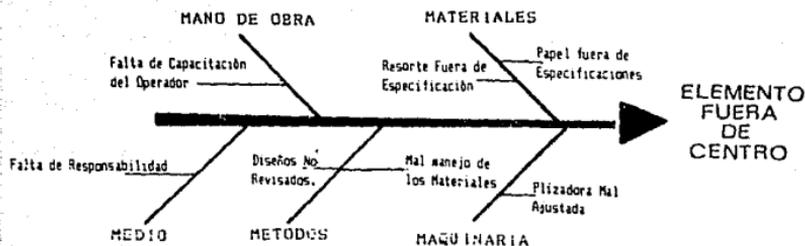
PASO 5. Anote los factores principales que afectan o determinan esta característica. Generalmente las partes en que se divide el proceso y son:

- Metodos = metodo de trabajo
- Mano de Obra = operario
- Materiales = papel, resortes, juntas, etc.
- Maquinaria y equipo = máquinas y herramientas.
- Medio = lugar, condición en que se desarrolla el proceso productivo.

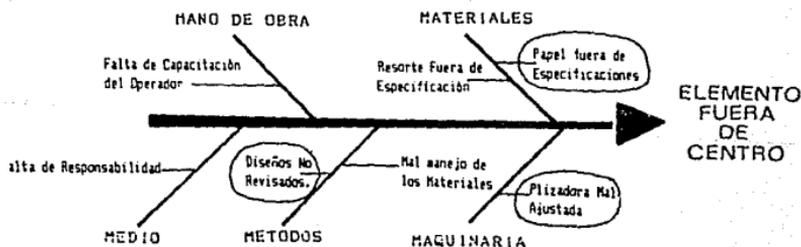
( CINCO EMES )



PASO 6. Apunte sobre las ramas de los factores principales los factores en detalle que causan o influyen en los principales. De igual manera escriba los factores pequeños o subcausas que afecten a los factores en detalle.



Posterior a la elaboración del diagrama, se determinarán las causas que originan una desviación en la característica de calidad, al establecer y confirmar cómo los factores seleccionados (Causas y subcausas) provocan dicha desviación o problema..



### V.3.D.- RECOMENDACIONES PARA PREPARAR EL DCYE.

- + 1. Reunir a todos los miembros que estén involucrados o relacionados con el proyecto, es decir, los miembros del departamento área o sección sin importar jerarquías, con el objeto de reflejar todas las opiniones.
- + 2. Definir un coordinador del grupo de trabajo.
- + 3. Analizar el proyecto por el diagrama de PARETO (pocos vitales, muchos triviales), eligiendo las características más importantes.
- + 4. Todos los miembros del grupo deben comprender el sentido o definición del proyecto.
- + 5. El diagrama de CE se deberá escribir en papeles grandes o en un pizarrón.
- + 6. Se deberá discutir libremente acerca de los factores significantes por el método de "TORMENTA DE IDEAS", el cual se trata en el Apéndice B.
- + 7. Si la discusión es compleja y no hay acuerdo, por votación se decidirá cuál factor será investigado primero, esto es totalmente válido ya que se tendrá que comprobar, posteriormente si el efecto es significativo o no.
- + 8. Deben conocerse cuáles son las causas de variabilidad no comunes del proceso. Vaya al lugar de trabajo correspondiente, observe el proceso y revise los registros de operación con el DCE para encontrar los factores que estén operando fuera de los estándares.
- + 9. Se debe construir un diagrama por cada problema específico.

- +10. Hacer resaltar las causas más probables: cuando todas las causas se han terminado de anotar, es entonces cuando se les debe de evaluar, una por una, y hacer que resalten en el diagrama las que parecen más probables.
- +11. Después de seleccionar la causa que se investigará, se deben hacer pruebas o experimentos con el objeto de saber si realmente afecta o no. Si no es así se selecciona otra causa, se confirma su efecto y así sucesivamente. ¡Es necesario analizar los datos para confirmar el efecto de las causas seleccionadas!
- +12. Orientar al grupo hacia la creación de soluciones: Es muy frecuente, que en las reuniones donde se analizan problemas la plática se desvía atendiendo al quién y al cómo se iniciaron los problemas. Esto no debe suceder, ya que el pasado está allí y no se puede cambiar, en cambio sí se pueden modificar las causas que produjeron los efectos negativos.

Una vez construido el diagrama, y seleccionada la causa principal del problema se deben de implantar las mejoras al proceso. Las mejoras al proceso deberán ser anotadas en un plan de acciones como el que se muestra a continuación.

| CAUSAS | QUE VERIFICAR | COMO HACERLO | RESPONSABLE | RESULTADO |
|--------|---------------|--------------|-------------|-----------|
| 1      |               |              |             |           |
| 2      |               |              |             |           |
| 3      |               |              |             |           |
| .      |               |              |             |           |
| .      |               |              |             |           |
| n      |               |              |             |           |

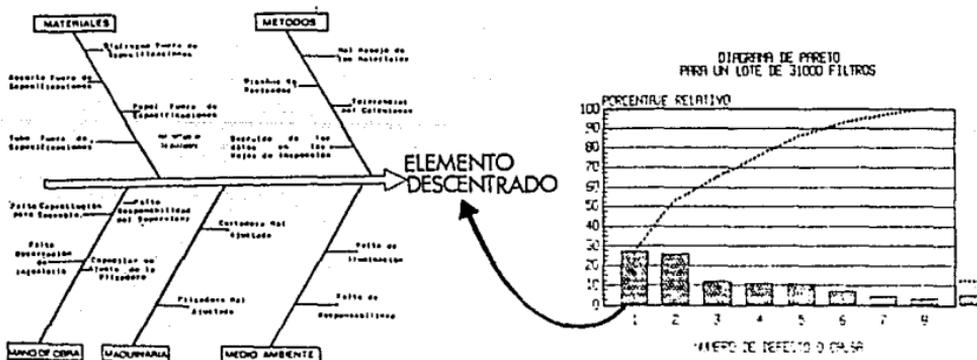
### V.3.E.- RELACION ENTRE EL DIAGRAMA DE PARETO Y EL DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO.

A continuación, se pretende presentar la relación que existe entre el DP. y el DCE. La continua reincidencia de un problema detectada mediante un diagrama de Pareto, se le conoce como el número de defectivos, fallas, etc., ó bien, como el porcentaje de composición de defectivos, fallas, etc; de un proceso productivo.

La frecuencia más alta de cualquiera de estos puntos nos indica que existe un problema o efecto importante para ser analizado bajo la observación de un diagrama de Causa-Efecto. Cabe recordar aquí, lo que se señaló en capítulos anteriores, de que es más fácil disminuir en un 50% un problema grande, que acabar totalmente con uno pequeño.

Por lo anterior, se concluye que la relación que existe entre el DCE y el DP, esta dada por que al efecto de uno, le corresponde el problema de mayor frecuencia del otro. Y la característica de calidad estudiada por el DCE es señalada por el DP como la característica que más tiene que ver con el problema.

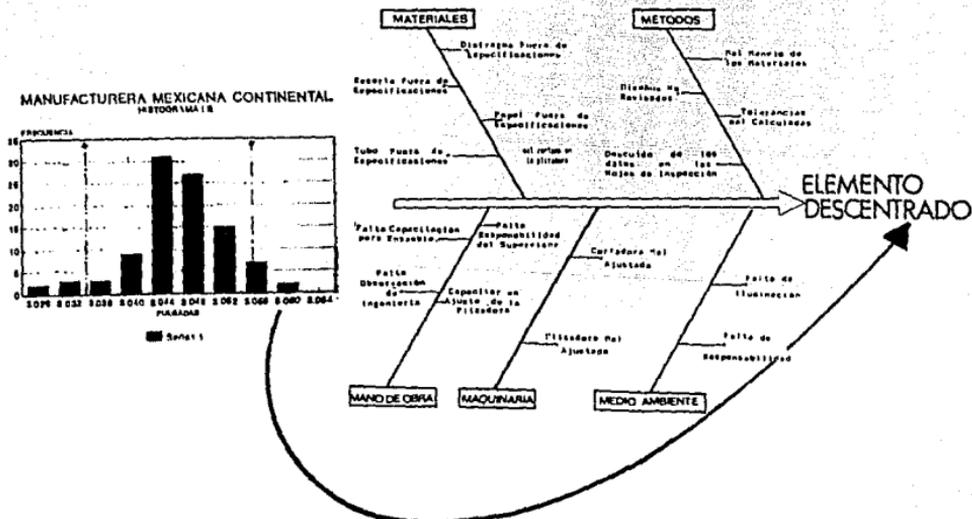
Esto se puede apreciar claramente en el siguiente esquema.



**V.3.F.- RELACION ENTRE EL HISTOGRAMA Y EL DIAGRAMA DE CAUSA - EFECTO.**

La relación que existe entre el Histograma y el DCE se puede describir como: Los valores y sus frecuencias graficados en un Histograma, que se encuentren fuera de los límites especificados o bien fuera de tolerancia, nos indican una falla o problema dentro del proceso estudiado. A cada dato fuera de especificación le corresponde un efecto dentro del análisis de causa - efecto.

Lo anterior se puede apreciar mejor con el siguiente diagrama.



## V.4.- DIAGRAMA DE DISPERSION

### V.4.A.- CONCEPTO.

El diagrama de dispersión tiene mucho uso técnico y es de gran utilidad para la solución de problemas de la calidad en proceso y producto, ya que nos sirve para comprobar que causas o factores están influyendo o perturbando la dispersión de una característica de calidad o variable del proceso a controlar.

La variación que se presenta entre las características de calidad pueden ser atribuidas a causas normales del proceso de producción, o a causas especiales que no se consideran parte del mismo. En las gráficas de control esta anomalía se presenta como un proceso fuera de control estadístico, y es motivo de una inmediata investigación que permita corregir el proceso y evitar que esta falta de control se repita en un futuro.

Por la estrecha relación que guardan las gráficas de control con los histogramas, si se construyera uno de ellos sobre un producto que ha estado fuera de control estadístico, se produciría un histograma con formas anormales, estos histogramas anormales se presentaron en el capítulo. 5.1. El diagrama de dispersión es una técnica sencilla que ayuda a verificar que causas son las que han producido esta forma anormal en los histogramas.

El diagrama de dispersión muestra la relación entre los datos que son graficados en un par de ejes. La relación entre dos tipos de datos es fácilmente observable y sus motivos más comunes a analizar son:

1. La relación entre una causa y un efecto.
2. La relación entre una causa y otra.
3. Un efecto y otro efecto.

#### V.4.B.- COMO CONSTRUIR UN DIAGRAMA DE DISPERSION.

Los siguientes pasos deben de considerarse para poder construir e interpretar el diagrama de dispersión.

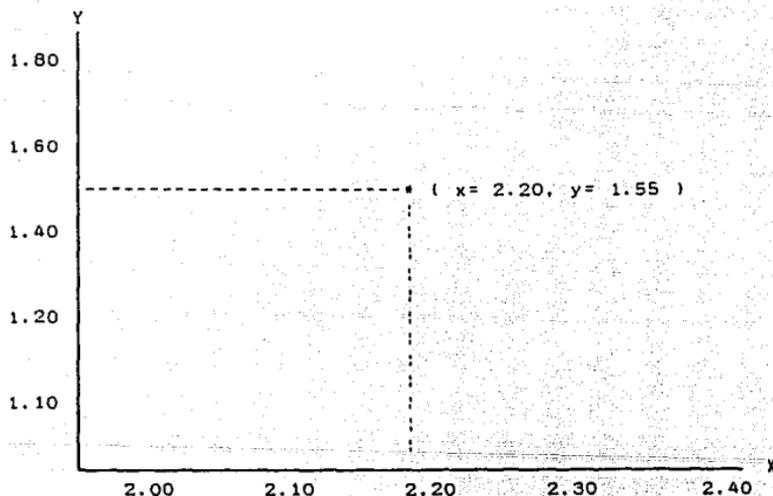
- 1.\* Diseñe una forma ( hoja de datos ) para coleccionar datos, la cual puede ser:

| Muestra<br>Numero | Peso (gr)<br>Plastisol<br>j | Tiempo (min)<br>de Coccion.<br>i | Muestra<br>Numero | Peso (gr)<br>Plastisol<br>j | Tiempo (min)<br>de Coccion.<br>i |
|-------------------|-----------------------------|----------------------------------|-------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 1                 | 2.45                        | 1.55                             | 16                | 2.15                        | 1.50                             |
| 2                 | 2.20                        | 1.55                             | 17                | 2.70                        | 1.55                             |
| 3                 | 2.90                        | 1.90                             | 18                | 2.60                        | 1.55                             |
| 4                 | 2.65                        | 1.70                             | 19                | 2.65                        | 1.50                             |
| 5                 | 2.30                        | 1.50                             | 20                | 2.50                        | 1.60                             |
| 6                 | 2.65                        | 1.53                             | 21                | 2.75                        | 1.60                             |
| 7                 | 2.60                        | 1.56                             | 22                | 2.40                        | 1.45                             |
| 8                 | 2.55                        | 1.55                             | 23                | 2.47                        | 1.59                             |
| 9                 | 2.48                        | 1.53                             | 24                | 2.35                        | 1.40                             |
| 10                | 2.64                        | 1.70                             | 10                | 2.74                        | 1.60                             |
| 11                | 2.56                        | 1.56                             | 11                | 2.56                        | 1.66                             |
| 12                | 2.78                        | 1.94                             | 12                | 2.91                        | 1.74                             |
| 13                | 2.76                        | 1.67                             | 13                | 2.36                        | 1.47                             |
| 14                | 2.57                        | 1.54                             | 14                | 2.29                        | 1.48                             |
| 15                | 2.55                        | 1.55                             | 15                | 2.69                        | 1.76                             |

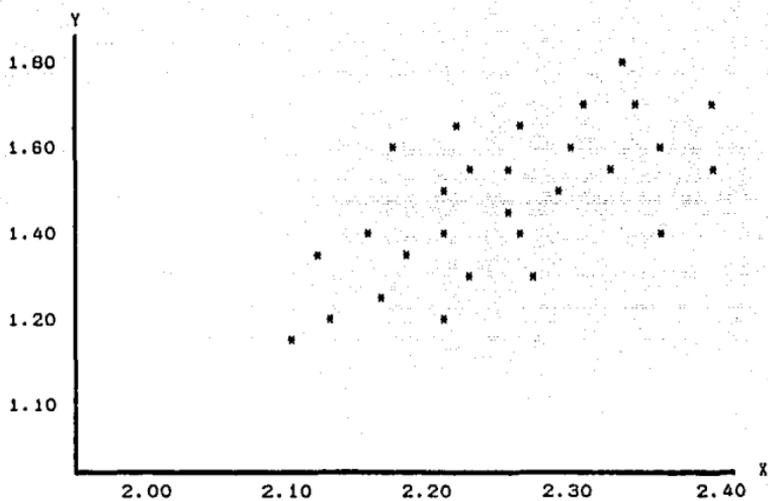
- 2.\* Tome de 30 a 90 muestras, o sea, coleccionde de 30 a 90 pares de datos en la hoja de datos.
- 3.\* Trace los ejes Horizontal y Vertical. Indique lo que representa cada eje. Divida cada eje en intervalos adecuados; si la longitud de la división es la misma en ambos ejes, será más fácil interpretar el diagrama. Si la relación entre los dos tipos de datos es del tipo de causa contra efecto, la causa generalmente se representa en el eje horizontal y el efecto en el eje vertical.

4.\* Prosiga a graficar los puntos; si los valores de los datos son repetidos y dan uno ya graficado, trace un círculo sobre el punto para representar que está repetido. Si se vuelve a repetir, trace un círculo concéntrico, y así sucesivamente. ( Ver fig.5. )

5.\* Si en el conjunto de datos (hoja de datos) observa que hay muchas lecturas del mismo valor, haga uso del procedimiento para hacer un histograma ( Cap.5.1.) y construya una tabla de frecuencias con índices vertical y horizontal. Esto es otro tipo de diagrama de dispersión que se llama TABLA DE CORRELACION . ( Ver tabla 5.1. ). Este procedimiento es válido también para cuando se tiene una gran cantidad de datos -más de cien- .



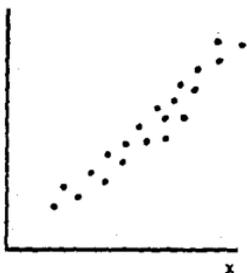
Donde X es la ordenada al origen del peso en gr. de plastisol.  
y Y es la absisa del tiempo en minutos del cocido de plastisol.



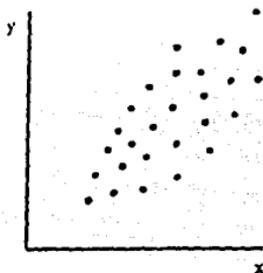
▪ GRAFICACION DE PUNTOS CONCLUIDA.

#### V.4.C.- COMO LEER O INTERPRETAR UN DIAGRAMA DE DISPERSION.

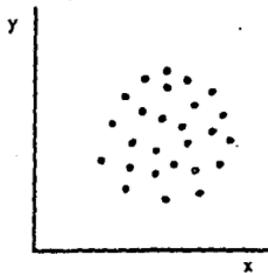
El siguiente paso es leer o interpretar el diagrama, y poder concluir si la relación entre los datos es buena o no; en otras palabras, determinar qué tipo de relación existe de acuerdo a la dispersión de los puntos y que tipo de correlación tenemos. Para hacer lo anterior podemos tomar como referencia los tipos o patrones comunes de diagramas de dispersión que existen.



1. Correlación Positiva



2. Posible Correlación Positiva.



3. No Correlación



4. Correlación Negativa



5. Posible Correlación Negativa

PATRONES COMUNES  
DE DIAGRAMAS DE  
DISPERSION

Observando la dispersión de los puntos en el diagrama respectivo podemos observar que tipo de relación existe entre los datos, pero es necesario determinar si en realidad existe correlación o no. Esto se puede hacer por medio del método de calcular el coeficiente de correlación haciendo uso del papel de Distribución Binomial. Este método es muy sencillo y enseguida se expone.

#### V.4.D.- PAPEL DE LA PROBABILIDAD BINOMIAL.

El papel de la probabilidad binomial es una herramienta de mucha utilidad dentro de la estadística industrial. Por medio de él es muy fácil probar y estimar valores discretos, tales como el número de defectivos o la fracción defectiva y también se usa para probar y estimar la correlación y otras pruebas estadísticas.

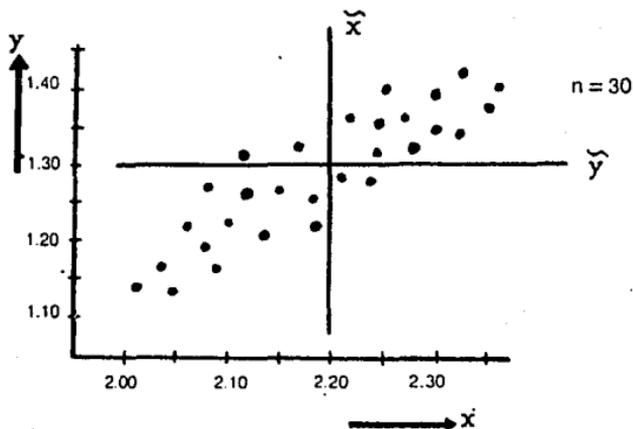
Los métodos estadísticos reúnen cierta dificultad en su uso o aplicación, por tanto, la tendencia es evitarlos en el trabajo. Sin embargo, usando una simple gráfica-papel de probabilidad binomial podemos hacer pruebas o calcular estimados de valores discretos sin necesidad de grandes operaciones. Este papel es muy práctico para analizar grandes cantidades de datos. Además, se puede utilizar para datos continuos expresados en orden o en cantidades positivas y negativas, como en el caso de la estimación del coeficiente de correlación a partir de su diagrama de dispersión.

El papel de la probabilidad binomial es una gráfica que tiene una escala ( raíz cuadrada ) en ambos ejes. Dicho en otras palabras, es un papel de raíz cuadrada calibrados en unidades de  $x$  a la distancia  $x$ . La base en la gráfica es la distancia desde un origen 0 a 1.

La prueba de correlación - estimación del coeficiente de correlación se puede efectuar tomando como base el diagrama de dispersión, una gráfica de control o alguna otra gráfica. Aquí únicamente consideraremos la prueba con el diagrama de dispersión anterior, por se lo más común.

El procedimiento para estimar el coeficiente de correlación es el siguiente:

- 1.- Dibuje las líneas medianas sobre el diagrama de dispersión e identifique cuatro áreas: I, II, III, y IV dividiendo la cantidad de puntos en dos partes iguales, tanto en el sentido de la  $x$ , como en el de la  $y$ . Las líneas medianas pueden pasar sobre algún punto o puntos.



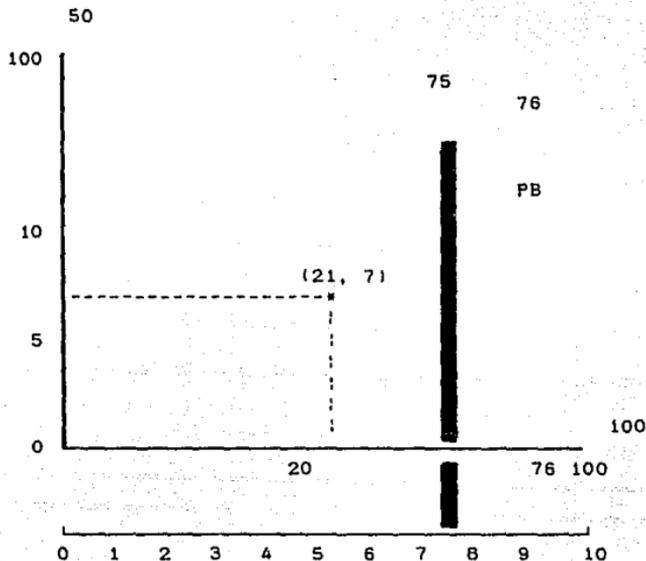
- 2.- Cuente los puntos para cada área correspondiente y determine  $N(+)$  y  $N(-)$ . Considerando el diagrama de dispersión trazado anteriormente, entonces tenemos:

$$N(+) = I + III = 10 + 11 = 21$$

$$N(-) = II + IV = 5 + 2 = 7$$

$\tilde{x}$  y  $\tilde{y}$  son las líneas medianas que dividen los puntos en dos partes iguales en ambos sentidos.

- 3.- Sobre el papel de probabilidad binomial grafique el punto  $N(+)$ ,  $N(-)$ , en este caso:  $(21, 7)$ . Ver fig.



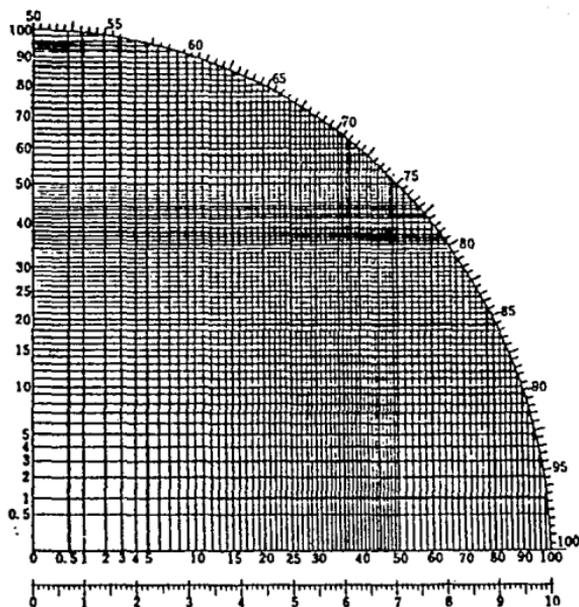
7.3

- 4.- Trace una línea recta que pase por el origen y por el punto de estudio:  $N(+)$ ,  $N(-)$ , el cual es, en este caso  $(21, 7)$ , hasta que cruce el cuarto de círculo. Este punto se llama "punto base" (PB). Baje una línea continua de ese punto al eje horizontal y encierre el valor que corresponda en un círculo; en este caso es 76 el valor que corresponde al PB. Localice este valor en la escala del cuarto de círculo y también encierre el valor en un círculo. A partir de este punto baje una línea continua hasta la escala en centímetros (primera escala bajo el eje horizontal). Esta escala nos da diez veces el coeficiente de correlación, en este caso, 7.3. Entonces tenemos que el coeficiente de correlación es  $r = 0.73$ .

Para estimar el coeficiente de correlación por medio del papel de probabilidad binomial use siempre el valor más grande de  $N(+)$  y  $N(-)$ .

Si  $N(+)$  es más grande que  $N(-)$ , la correlación será positiva; si es menor, la correlación será negativa.

**PAPEL DE PROBABILIDAD BINOMIAL ( COPIA PARCIAL ) PARA CALCULO DEL COEFICIENTE DE CORRELACION :  $r$**



## V.5.- DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO.

### V.5.A.- CONCEPTO.

En todo proceso productivo, el manejo de la información debe ser por su importancia muy preciso. El reunir de manera eficaz todos los hechos relacionados con las operaciones y los procesos, y el informar correcta y oportunamente acerca de los cambios que se susciten al respecto, puede ser de gran utilidad para resolver problemas.

Una de las herramientas, no estadística, con las que cuenta el Ingeniero Industrial para resolver problemas que involucren hechos que se encuentren fuera de control y que tengan que ver con la Calidad, es el diagrama de flujo del proceso.

Se considera a Frank Gilbreth como el primer diseñador de diagramas de proceso y su uso se ha hecho extensivo como una medida básica para controlar los procesos de taller, planta y personal de las empresas. Se le conoce también como "Diagrama de Proceso de flujo", "Cursograma Analítico", o también como "Diagrama de circulación".

La definición estándar del diagrama de flujo del proceso es la basada en la A.S.M.E. (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos) y es la siguiente:

Es una representación gráfica de todas las operaciones desde el momento en que se introducen los materiales al proceso, de las secuencias de transportes, almacenamientos e inspecciones, y de todas las operaciones que tienen que ver con la transformación de la materia prima en un producto.

Este diagrama incluye además toda la información necesaria para el análisis de los procesos que se fundamentan en tres bases principales que son:

- \*El Operario: Se grafica lo que hace la persona que trabaja.
- \*El Material: Se grafica cómo se emplea y manipula el material que entra en un proceso productivo.
- \*El Equipo o Maquinaria: Se diagrama cómo se emplean los equipos dentro de un proceso.

Cuanto más complejo es el producto, más necesario es preparar un diagrama de flujo que indique los diversos materiales, componentes y procesos que conducen simultánea o secuencialmente al producto final.

Su utilidad radica en que es muy sencillo elaborarlo y entenderlo, sirve para adecuar la planificación de la inspección y los puntos de inspección más relevantes, para diseñar sistemas de información sobre la calidad. Es una ayuda para el analista ya que sin él no se podrían explicar los problemas que tienen su naturaleza, en su gran mayoría, en las estructuras de las líneas de producción y ensamble.

Como instrumentos de planificación son muy importantes, ya que permiten mostrar el sistema generalizado de fabricación y el papel jugado por los procesos elementales dentro del sistema de control.

Para elaborar este diagrama, el analista debe de visitar los distintos centros de actividad, entrevistar a las personas clave, observar las diferentes operaciones y registrar los datos. Al elaborar el diagrama de flujo del proceso, simplifica la representación utilizando ciertos símbolos. Los símbolos más usuales son:

 operación

inspección 

 transporte

demora 

 almacén



PASO 2. En la parte correspondiente a la descripción, se pondrá en orden de aparición cada una de las actividades involucradas en el proceso.

PASO 3. Cada una de estas actividades se irán uniendo por medio de los símbolos correspondientes a una operación, transporte, inspección, etc., conforme al orden de las actividades del proceso

|  |                           |                         |
|--|---------------------------|-------------------------|
| <b>FABRICACION NACIONAL CONTINENTAL S.A</b><br><b>CONTROL DE CALIDAD</b><br><b>PROGRAMA DE PLAN DEL PROCESO/INSPECCION</b> | FECHA: 12-Nov-80          | CLASE: 0127-0113-027    |
|  | ELAB. Y T. P. D. D. D. D. | NO. DE FOLIOS: 4-12-173 |
|  | ELABOR.:                  | 679                     |
|  | Rev. Motor Co.            | Polígono de Soledad     |

PASO 4.

| O | → | U | D | ll | DESCRIPCION DEL EVENTO                          | METODO DE INSPECCION<br>MEDIDA CEP         |                            |
|---|---|---|---|----|---|--|----------------------------|
|   |   |   |   |    | ENCARTEADO                                      | Que no deje pedata                         | Visual                     |
|   |   |   |   |    | PRUEBA DE FUGA                                  | Comprobar que el filtro de aceite funciona | Medicamento<br>Caudal R.P. |
|   |   |   |   |    | PRUEBA DE LUBRIFICACION                         | Comprobar que los niveles son correctos    | Visual                     |
|   |   |   |   |    | PRUEBA DE LUBRIFICACION Y CIRCULACION DE ACEITE | Que la bomba este en la carrera.           | Visual                     |
|   |   |   |   |    | SE BOMBEA INDIVIDUALMENTE                       | Señal su consumo si corresponde            | Visual                     |
|   |   |   |   |    | CIRCULACION DE ACEITE COLECTIVO                 | Verificar que no se empuja aceite          | Visual                     |
|   |   |   |   |    | SE ALIMENTA                                     | Verificación del No. de cilindros          | Visual                     |
|   |   |   |   |    | SE ALIMENTAN                                    | Comprobar que las espaldas estén correctas | Visual                     |
|   |   |   |   |    |   |  |                            |
|   |   |   |   |    |   |  |                            |
|   |   |   |   |    |   |  |                            |
|   |   |   |   |    |   |  |                            |
|   |   |   |   |    |   |  |                            |

STAMPOLIA:

|           |            |            |        |         |
|-----------|------------|------------|--------|---------|
| O         | →          | U          | D      | ll      |
| OPERACION | TRANSPORTE | INSPECCION | PRUEBA | ALMACEN |

Para que siempre sigan sirviendo de referencia y den el máximo posible de información, todos los diagramas deberán llevar como encabezados:

- El nombre del producto, material o equipo representado, con el número de dibujo o número de la clave.
- El trabajo o el proceso que se realice, indicando claramente el punto de partida y de término.
- El lugar en que se efectúa la operación.
- El número de referencia del diagrama y el número de hojas.
- El nombre del analista y de la persona que aprueba el diagrama.
- La fecha del estudio.

# ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

Antes de dar por terminado el diagrama, se debe verificar los siguientes puntos:

- ¿ Se han registrado los hechos correctamente ?
- ¿ Se han registrado todos los hechos que constituyen el proceso ?
- ¿ Se han analizado de manera crítica los hechos registrados ?

La primera figura del apéndice A, nos muestra un diagrama de flujo del proceso terminado y revisado, propio para hacer el estudio de un problema particular y poder aplicarlo en un Diagrama de Causa-Efecto.

## V.5.C.- COMO INTERPRETAR UN DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO.

Una vez construido el diagrama de flujo se procede a analizar aquellas actividades que están reportando una falta de control, es decir, que en aquellos puntos de control, donde el inspector detectó desviaciones o anomalías - ahí donde hay movimientos de mercancías de una empresa a otra; generalmente llamada "inspección de recepción". Antes de iniciar una operación costosa irreversible; generalmente llamada "inspección de la preparación". Durante todo el largo del proceso conocida como "inspección de rutina". Al terminar el producto; generalmente llamada "inspección final". - Es donde debe centrar su atención para tratar de resolver el problema que se le presente.

La misión concreta del punto de inspección es: La calidad que se ha de comprobar. El modo de determinar si una unidad del producto es conforme o no con la norma. El modo de determinar si es aceptable o no un lote del producto ( criterios de lote ). Lo que se debe de hacer con los productos no conformes y los registros que hay que llevar. Todas estas características deben de estar contempladas por el analista, de tal forma que se pueda preguntar cuáles son las causas por las que se originan los defectos.

Las primeras actividades cuya calidad se ponga en tela de juicio serán, pues, las que deban analizarse bajo dos enfoques.

El primer enfoque se llama enfoque "preliminar" y consiste en estudiar el problema mediante preguntas que se hacen en un orden determinado para averiguar:

|              |                  |   |                              |
|--------------|------------------|---|------------------------------|
| el PROPOSITO | qué y porqué     | } | APARECEN<br>LOS<br>DEFECTOS. |
| el LUGAR     | dónde            |   |                              |
| la SUCESION  | en qué, cuándo   |   |                              |
| la PERSONA   | por quién, quién |   |                              |
| los MEDIOS   | cómo             |   |                              |

Con el objeto de eliminar las causas que provocan los defectos.

El segundo enfoque se le conoce como enfoque de "fondo", porque detalla las preguntas preliminares para determinar si, es preferible el remplazar los procedimientos, los medios, o las personas implicados en el defecto. Después de haber preguntado el propósito de cada actividad, el porqué se hace y el qué se hace, el analista pasa a profundizar las respuestas con el propósito de averiguar que más podría provocar el problema y por tanto que debería hacerse.

Combinando las preguntas preliminares qué y porqué con las dos preguntas de fondo, qué podría hacerse, qué debería hacerse, se llega a descubrir los puntos reales en donde aparecen los problemas.

## V.6.- HOJAS DE VERIFICACION O CHEQUEO.

### V.6.A.- CONCEPTO.

Conseguir la calidad de un producto exige una continua actividad de creación y utilización de muchos tipos de información. Una reciente tendencia ha obligado a la industria a desarrollar sistemas de información vinculados con el control de calidad.

Ahora, los fabricantes han puesto énfasis en sus relaciones con los proveedores, en la inspección de los materiales recibidos y en la supervisión de los procesos de estos. Los esquemas de supervisión actuales exigen que los fabricantes aporten pruebas objetivas que cumplan con los requisitos deseados por los consumidores.

Se exige a los fabricantes que preparen y mantengan registros de todas las etapas de desarrollo del producto, desde el diseño hasta el uso, incluidos los aspectos concretos de:

- Análisis de Fallas o defectos
- Control del Proceso
- Cambios de diseño del producto
- Evidencia del estado real del producto
- Medidas correctivas
- Mejoras al producto
- Análisis de los costos de calidad.
- Seguimiento de Productos y componentes.

Programas de calidad tan rigurosos como el Q-101, de FORD MOTOR COMPANY, y el SPERT-1 de la GENERAL MOTORS para la selección de sus proveedores exigen este tipo de documentos como medio para que se respeten los contratos, los códigos, las especificaciones, pruebas, y otras normas vinculantes.

Una hoja de verificación es un formato especial construido para coleccionar datos fácilmente, en la que todos los artículos o factores necesarios son previamente establecidos y en la que los récords de pruebas, resultados de inspección o resultados de operaciones son fácilmente descritos con marcas utilizadas para verificar; por ejemplo, ver figuras.

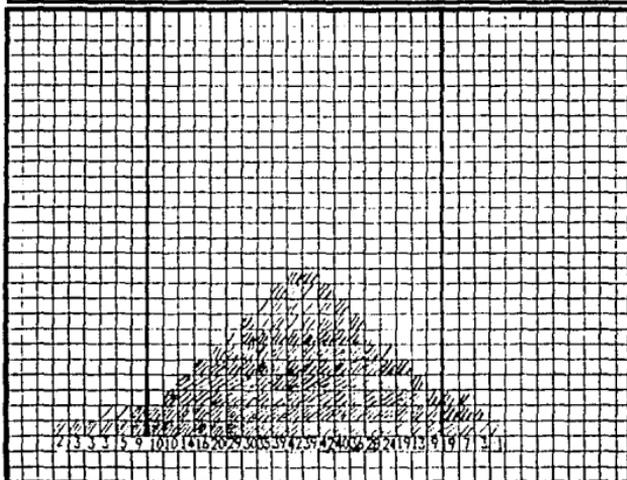
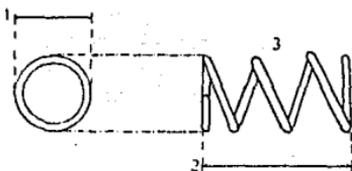
# MANUFACTURERA MEXICANA CONTINENTAL S.A.

**CONTROL DE CALIDAD  
HOJA DE VERIFICACION Y INSTRUCCION.**

|                  |                |
|------------------|----------------|
| FECHA DEL PLANO: | CLASE:         |
| LARGO:           | NO. DE PARTES: |
| CLIENTE:         | OPERA:         |
| PROCESO:         |                |

|                |                 |                 |
|----------------|-----------------|-----------------|
| PREPARADO POR: | AUTORIZADO POR: | FECHA DE ELAB.: |
|----------------|-----------------|-----------------|

| NO. | FREQ. | ITEM A VERIFICAR  | MÉT. DE VERIFICACION | RESULTADO |
|-----|-------|-------------------|----------------------|-----------|
| 1   |       | diámetro exterior | 1 vernier            | 1.500     |
| 2   |       | longitud total    | 2 "                  | .728      |
| 3   |       | número de espiras | 3                    | 3         |
|     |       |                   |                      |           |



|     |  |
|-----|--|
| NO. | ACCIONES CORRECTIVAS PARA ITEM'S FECHA DE ESPECIFICACION |
|     |  |

Para propósito del control del proceso por medio de estadísticos, es necesario obtener datos. El control depende de ellos y por supuesto, deben de ser correctos y colectados debidamente. Además de la necesidad de establecer relaciones entre las causas y los efectos dentro de un proceso de producción, las hojas de verificación se usan para:

1. Examinar la distribución de un proceso productivo.
2. Verificar o examinar artículos defectivos.
3. Examinar o analizar la localización de defectos.
4. Verificar las causas de defectivos.
4. Verificación y análisis de operaciones.

Las hojas de verificación se utilizan con mayor frecuencia, para obtener datos y para propósitos de inspección. Las hojas de verificación para la obtención de datos se clasifican de acuerdo con diferentes características ( Calidad o Cantidad ) y se utilizan para observar su frecuencia para construir gráficas o diagramas. También se utilizan para reportar diariamente el estado de las operaciones y poder evaluar la tendencia y /o dispersión de la producción.

Las hojas de verificación para propósitos de inspección se utilizan para checar ciertas características de calidad que son necesarias de evaluar: ya sean en el proceso o producto terminado.

Para su construcción, basta con seleccionar las características de calidad que sean importantes para inspeccionar, y establecer las columnas de verificación. Es muy importante establecer en el formato, el periodo en el cual fueron obtenidos los datos.

## V.7.- GRAFICAS DE CONTROL ESTADISTICO.

### V.7.A.- CONCEPTO.

El objetivo final de los procesos es fabricar productos que se ajusten a las especificaciones. Una vez que se han obtenido procesos idóneos, mediante una planificación de la fabricación, el control de los procesos tiene por misión el lograr el mayor provecho posible de estos procesos, haciendo que se desarrollen a un nivel de rendimiento previsto. La mejor herramienta para conseguirlo es la "gráfica" o "carta de control".

Se debe entender por planificación de la fabricación, el conjunto de actividades por medio de las cuales se pone la fábrica en un estado de aptitud para producir de acuerdo con determinada calidad y con otras normas. Es también, la ejecución de lo planificado; es decir la utilización de las máquinas, métodos, mano de obra, materiales, etc..., para obtener productos acabados a partir de materiales y componentes comprados.

La planificación de la fabricación comienza con la revisión del diseño de un producto nuevo (o modificado) para juzgar su posibilidad de fabricarlo. Termina cuando todo está listo para que el personal de fábrica lo produzca.

Poner la fábrica en este estado de aptitud requiere de un control constante de las especificaciones y de actuar de manera rápida en el caso de posibles desviaciones.

El objetivo de las cartas de control es conocer los cambios dinámicos en la operación o proceso y confirmarlos, observando las normas, para identificar situaciones anormales.

## V.7.B.- GRAFICAS EN GENERAL Y GRAFICAS DE CONTROL:

### V.7.B.1.- GRAFICAS EN GENERAL.

Una grafica dice más que mil palabras.

Existe la idea que la gráficas son difíciles de aplicar al control de calidad de procesos y productos terminados ya que en estos casos se requiere un alto nivel de conocimientos de métodos estadísticos. Ciertamente existen tipos de gráficas complicadas en su elaboración y entendimiento, pero la intención de este trabajo es tratar con gráficas sencillas que nos ayuden de una manera eficiente en la solución de problemas para el control y mejoramiento de la calidad y la productividad.

El propósito de una gráfica, es transmitir la información más importante en forma sumariada, de tal forma que se puedan agilizar las decisiones. Dicho de otra forma, los datos escritos en un papel no son suficientes, sino que es necesario transformarlos en figuras gráficas para:

- + Entender la información más rápidamente.
- + Adquirir mayor información para interpretar un mismo tipo de datos.
- + Decidir soluciones y actuar sin negligencia.

Las gráficas se clasifican generalmente en función del propósito de su uso y las más comunes son: para explicación, de análisis, para control y para cálculos. También se clasifican de acuerdo con su propósito de presentación; por ejemplo: Diagrama de flujo, gráfica de programación de la producción y gráficas estadísticas entre otras.

Las gráficas estadísticas nos permiten describir datos numéricos representándolos como un número de puntos, la longitud de una línea, la longitud y el espesor de una barra, una área en una figura o en forma pictórica. Estas gráficas han sido empleadas durante todo este trabajo y nos muestran diferentes características particulares de cada una de ellas. Ejemplos de gráficas lineales se muestran concentradas en la figura 7.1. En el tipo de gráficas de barras los ejemplos son los diagramas de Pareto e histogramas.

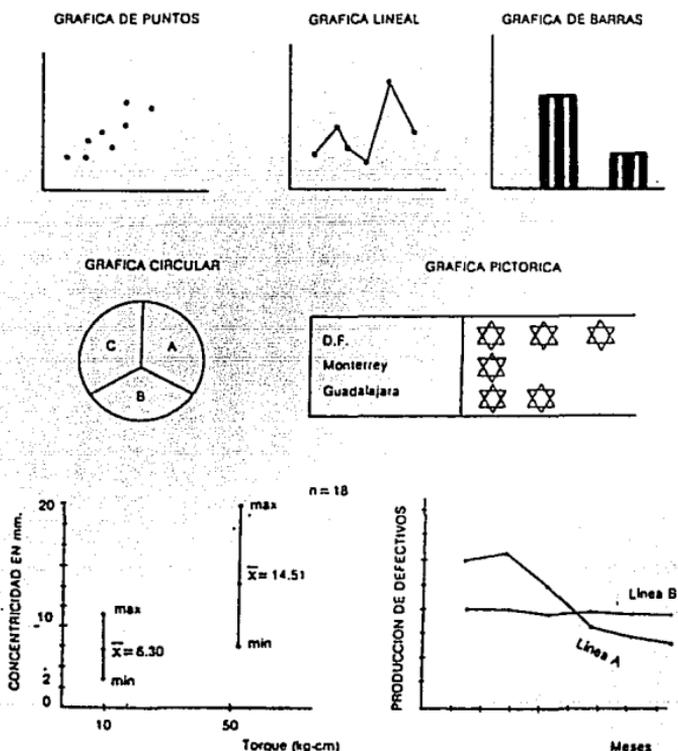


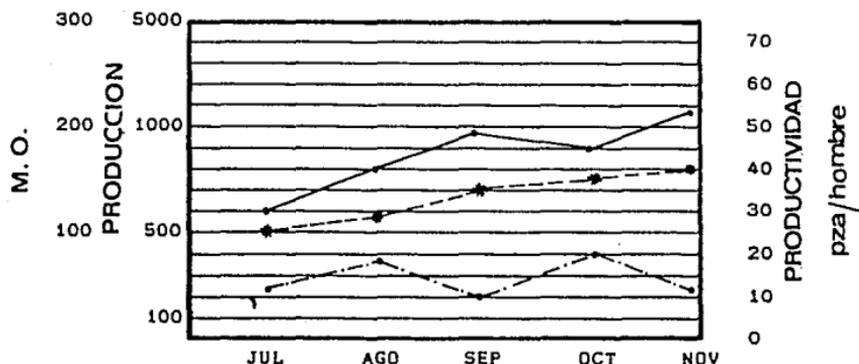
Figura 7.1. GRAFICAS LINEALES

Por lo general, una gráfica se traza como resultado de una prueba o experimento realizado con el propósito de confirmar causas o comportamientos de los procesos de producción que se desean mejorar. La gráfica debe mostrar claramente el comportamiento del fenómeno observado.

Las tres condiciones para recordar al preparar una gráfica son las siguientes:

- 1) Clasificar el propósito de la gráfica: ¿qué se quiere notificar?
- 2) Seleccionar los datos más importantes y especificar cuál es el fundamento.
- 3) La gráfica debe ser comprensible con un simple vistazo. Si es necesario agregarle alguna explicación detallada para que se entienda, no es la gráfica apropiada.

Ejemplo de gráfica lineal tipo tendencia:  
FIGURA 7.2.



## V.7.B.2.- CARTA DE CONTROL.

La gráfica de control es una herramienta estadística que detecta la variabilidad de un proceso. Sirve para solucionar problemas de la calidad en los procesos y para su control.

En captitulos anteriores hemos visto diferentes métodos para la ordenación de datos; por ejemplo, el diagrama de Pareto, que indica áreas de problemas; histogramas que presentan datos bien ordenados ( como una fotografía ), en forma estática. Tienen por supuesto sus aplicaciones, pero también es necesario saber sobre los cambios en los procesos de producción; la naturaleza de estos cambios en determinado periodo en una forma dinámica. Por esto las gráficas de control son ampliamente utilizadas en la práctica, además de que su construcción y utilización no necesitan de mucho conocimiento de la estadística, lo necesario y lo importante es medir bien

La gráfica de control fué inventada por el Dr. Walter A. Shewart, en 1924, y apareció expuesta por primera vez en su libro " The Economic Control of Quality of Manufactured Product ". Al principio se le conoció como gráfica de control de Shewart pero a causa de su uso extensivo se suele abreviar llamándola simplemente gráfica de control o carta de control.

Una carta de control es una comparación gráfica de los datos del funcionamiento del proceso con "límites de control" calculados que se dibujan en la carta como líneas límite. Los datos de funcionamiento del proceso suelen consistir en grupos de mediciones seleccionados de la secuencia regular de producción, conservando su orden.

La carta de control sirve principalmente para descubrir causas asignables de variación en el proceso. El término "causas asignables" tiene un significado especial que es necesario comprender para poder tratar con el concepto de carta de control.

Las variaciones del proceso se pueden deber a dos clases de causas:

- 1.- Aleatorias; que se deben al azar exclusivamente.
- 2.- Asignables; que se deben a causas específicas que se pueden averiguar, ver tabla 7.1.

Lo ideal es que sólo estén presentes en un proceso las causas aleatorias, porque eso representa la mínima variación posible. Cuando un proceso funciona sin causas de variación asignables, se dice que está en un "estado de control estadístico", o dicho abreviadamente "bajo control". Un proceso que está bajo control no está sólo realizando el mejor trabajo productivo posible; el estado de control permite también obtener importantes beneficios marginales del tipo de los enunciados en la tabla 7.1. La obtención de estos beneficios básicos y marginales es lo que hace tan útil la identificación y la eliminación de las causas de variación asignables, y este es el objeto esencial de una carta de control.

TABLA 7.1. Distinción entre causas de variación aleatorias y asignables.

| CAUSAS ALEATORIAS (CASUALES)   | CAUSAS ASIGNABLES   |
|--|---|
| DESCRIPCIÓN  |   |
| Consiste en muchas causas individuales   | Consiste en una o en pocas causas individuales  |
| Una causa aleatoria es como resultado una variación minúscula (pero muchas causas aleatorias que actúan simultáneamente producen una variación importante).  | Una causa asignable puede dar como resultado una variación importante.  |
| Como ejemplos se pueden citar: la variación humana al fijar los límites de control, la ligera vibración de las máquinas, la ligera variación de los materiales.  | Como ejemplos se pueden citar: un error del operario, un ajuste incorrecto, o un lote de materia prima defectuosa.  |
| INTERPRETACIÓN   |   |
| La variación aleatoria no puede eliminarse del proceso económicamente.   | La variación asignable puede detectarse; por lo general está justificada económicamente la acción emprendida para eliminar las causas.                      |
| Cuando sólo hay variaciones aleatorias, el proceso tiene un funcionamiento óptimo; si se producen piezas defectuosas hay que introducir un cambio básico en el proceso o revisar las especificaciones con objeto de reducir el número de unidades defectuosas. | Si existe variación asignable el proceso no funciona de manera óptima.  |
| Una observación dentro de los límites de control de variación aleatoria significa que no se debe ajustar el proceso.   | Una observación fuera de los límites de control suele significar que hay que investigar y corregir el proceso.  |
| Cuando sólo hay variación aleatoria, el proceso es lo suficientemente estable como para usar procedimientos de muestreo para predecir la calidad de la producción total o para hacer estudios de optimización de proceso.                                      | Cuando hay variación asignable, el proceso no es lo suficientemente estable como para utilizar procedimientos de muestreo con objeto de hacer predicciones. |

Como se podrá observar en la figura 7.3, una gráfica de control consta de límites de control (superior e inferior) establecidos con el propósito de obtener un juicio respecto al comportamiento del proceso; esto es, determinar si es estable o no, si está bajo control o fuera de él. Al usar estos límites es posible distinguir desviaciones, tanto por causas asignables, como por no asignables al proceso - W.E. DEMING llama comunes al sistema, a las causas no asignables y especiales a las asignables-.

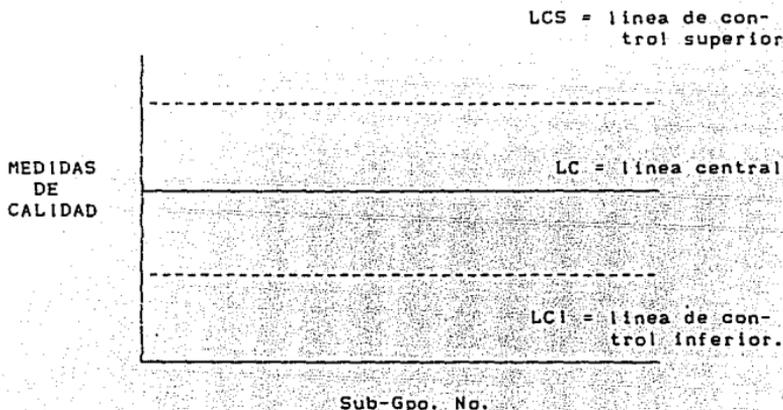


Fig 7.3. Modelo de gráfica de control.

Los límites de control se calculan a partir de las leyes de la probabilidad, de tal forma que las variaciones aleatorias sumamente improbables se suponen debidas no a causas aleatorias, sino a causas asignables. Cuando la variación real sobrepasa los límites de control, es un señal de que causas asignables se han introducido en el proceso y que hay que investigarlo. La variación dentro de los límites de control significa que sólo actúan causas aleatorias y que no hay que inferir en el proceso.

#### V.7.C.- USOS IMPORTANTES DE LAS GRAFICAS DE CONTROL.

- =. Para controlar la calidad durante la producción.
- =. Para poner de manifiesto la información de los registros de calidad.
- =. Para ayudar a juzgar si la calidad está bien controlada.

#### V.7.D.- TIPOS DE GRAFICAS DE CONTROL.

Para elaborar una gráfica de control es importante distinguir el tipo de datos a graficar. Los datos pueden ser CONTINUOS o DISCRETOS. El tipo de gráfica de control que se trate, depende del tipo de datos. Ver tabla 7.2.

- \* DATOS CONTINUOS: Son aquellos que pueden ser representados por cualquier valor dentro de una escala numérica. Ejemplo: mediciones en pulgadas, volúmenes en cm. pesos de un producto en gr.
  
- \* DATOS DISCRETOS: Son aquellos que guardan relación con números enteros, basados en conteos. Ejemplo: cantidad de artículos defectivos, número de defectos por artículo, tres burbujas en una botella de vidrio ( aunque sean de diferente tamaño )

| TIPOS DE DATOS  | GRAFICAS DE CONTROL USADA  |
|-----------------|--|
| Datos Continuos | De promedios y rangos (gráfica $\bar{X}$ -R)   |
| Datos Discretos | De números de defectivos ( np )<br>De fracción defectiva ( p )<br>De defectos por unidad ( c ) |

TABLA 7.2. TIPO DE DATOS Y GRAFICAS DE CONTROL.

Se podría decir también, que la calidad medida en el producto fabricado, está siempre sujeta a un cierto grado de variación debida al azar.

Cualquier esquema de producción lleva implícito algún "Sistema Estable de Causas debidas al Azar". La variación de este sistema es inevitable. Las razones por las que esa variación rebasa los límites de dicho patrón deben descubrirse y corregirse.

La fuerza de la técnica de los gráficos de control está en su capacidad para distinguir las causas atribuibles de variación. Esto hace posible el diagnóstico y la corrección de muchos problemas de producción, y a menudo, produce mejoras sustanciales en la calidad del producto, así como en la reducción de la cantidad de productos desechables por ser defectuosos y de aquellos que pueden ser recuperables.

En el lenguaje técnico estadístico, es preciso distinguir entre variables y atributos. Cuando se registra la medida de una característica de calidad tal como una dimensión expresada en milésimas de pulgada, se dice que la calidad viene expresada mediante variables. Cuando sólo se anota el número de artículos que cumplen y el número que no cumplen ciertas condiciones específicas, se dice que se lleva un control por atributos.

Todos los productos deben de reunir ciertas características, muchas de las cuales pueden definirse como variables, por ejemplo:

Dimensiones, dureza en grados Rockwell, Temperatura, Resistencia a la Tensión etc..

Estos valores numéricos se estudian en los gráficos de control conocidos con el nombre de "Gráficos de Control de Lecturas Individuales", representados por aquellas gráficas de Datos Continuos. (X-R, X-S, x-R).

Muchas especificaciones se establecen necesariamente como atributos en lugar de variables, por ejemplo: Todas las que pueden determinarse con un examen visual; Si una lámina tiene escoria, si un tubo tiene grietas, si una lámina está tallada, etc.. Los datos por atributos serán tratados por las "Gráficas de control por Atributos", representados por aquellas gráficas de Datos Discretos o Pasa no Pasa. (n, p, c).

En la mayor parte de las cartas de control, los límites de control se calculan basándose en la media  $\pm 3$  veces la desviación tipo del estadístico usado. El uso de  $\pm 3$  veces la desviación tipo significa que si sólo actúan causas aleatorias, el 99.7% de los valores registrados en la carta caerán dentro de los límites de control. El 0.3% restante corresponde a falsas alarmas, pero esta frecuencia es tan baja que generalmente se usan los límites de  $\pm 3$  para distinguir entre causas de variación aleatoria y asignable.

Aunque los límites de  $\pm 3\sigma$  son los más ampliamente utilizados, algunas situaciones requieren límites de control diferentes y dan como resultado diferentes grados de diferentes falsas alarmas. La utilización de  $\pm 2\sigma$  como límites da como resultado un 4.5% de falsas alarmas, si sólo actúan causas aleatorias. La utilización de  $\pm 1\sigma$  como límites da como resultado un 31.7% de falsas alarmas.

En la figura 7.4. se muestran las características esenciales de una carta de control aplicada a medias muestrales.

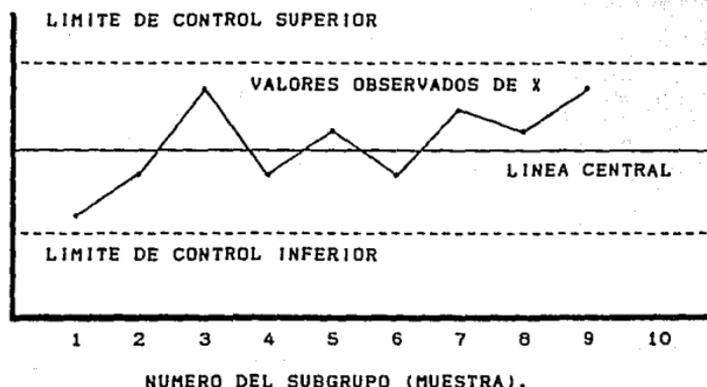


figura 7.4. Carta de control para medias.

## V.7.E.- PROCEDIMIENTO Y ECUACIONES PARA CONSTRUIR

### UNA GRAFICA DE CONTROL $\bar{X}$ - R.

Este tipo de carta es particularmente útil, y presenta grandes ventajas comparadas con otras gráficas de control. Es más eficaz en el manejo de toda la información contenida en una serie de mediciones.

Se utiliza, principalmente, porque nos muestra al mismo tiempo, los cambios en el valor medio y en la dispersión del proceso, lo que la convierte en una herramienta efectiva para revisar diariamente anomalías en un proceso.

Una gráfica de control  $\bar{X}$  - R se compone, en realidad, de dos gráficas: una que representa los promedios de las muestras (gráfica  $\bar{X}$ ) y otra que representa los rangos (gráfica R). Se consideran las dos como una sola, puesto que la gráfica  $\bar{X}$  nos muestra cualquier cambio en la dispersión del proceso, mientras que la gráfica R nos muestra la cantidad en la dispersión del proceso, además de que los cálculos para determinar las  $\bar{X}$  y R de las muestras se basan en los mismos datos.

La gráfica de los valores de  $\bar{X}$  dice cuándo se ha producido un cambio en la tendencia central. Esto podría deberse a factores tales como desgaste de las herramientas, un incremento gradual en la temperatura, un nuevo lote de material de mayor dureza, o un método diferente empleado por el operario del turno de noche. La gráfica de los valores de R indica cuándo ha tenido lugar una ganancia o una pérdida significativa de uniformidad. Una pérdida de uniformidad puede deberse a causas tales como portaherramientas flojo, un suministro irregular de adhesivo, sujeción inadecuada del papel, o falta de concentración del operario.

A continuación enlistamos los pasos necesarios para la construcción de una gráfica X - R:

- A. Elija la característica que se va a controlar. Esta es una cuestión de opinión, pero si se toman en consideración los siguientes puntos, se obtendrán mejores resultados.
1. Asigne gran prioridad a las características que presentan problemas en la actualidad. Esto puede ocurrir en elementos, tales como componentes, subensambles, o en el producto acabado. Las prioridades pueden establecerse mediante un diagrama de Pareto.
  2. Identifique las variables y condiciones del proceso que contribuyen a las características del producto, valiéndose de un diagrama de Proceso, partiendo del material original pasando por las diferentes etapas del proceso hasta llegar a las características finales.
  3. Elegir las características que aporten la clase de datos necesarios para diagnosticar los problemas. En este caso, los datos por variables: el diámetro de una pieza, proporciona información para diagnosticar las causas y determinar la acción a seguir.
  4. Determinar el punto más cercano en donde el proceso de producción se vuelve más conflictivo, con el objeto de poder obtener la información acerca de las causas asignables, para que la carta pueda servir como dispositivo de alarma para prevenir la aparición de piezas defectuosas.
  5. Llevar el registro de los datos obtenidos de la característica que se desea controlar, de tal manera que se facilite el cálculo de los factores correspondientes y se puedan hacer los ajustes necesarios oportunamente.

B. Colectar los datos es muy importante, ya que con base en ellos se logran los cálculos para la elaboración de la gráfica. Se deberá tener la máxima seguridad acerca de su veracidad. Generalmente no es necesario tomar más de 25 muestras, que deberán ser recientes. Es recomendable usar una hoja de datos especial para su colección. Ver Tab.7.3.

Consideraciones para la obtención de datos:

- a) Distribúyalos en subgrupos, donde su número se represente por n, que es el tamaño de la muestra, la cual deberá ser constante para cada subgrupo.
- b) Los datos deben ser obtenidos bajo las mismas condiciones técnicas. Un subgrupo no debe de incluir datos de lotes diferentes o de naturaleza diferente.

C. Después de la obtención de datos calcule el valor medio de X y el rango R para cada subgrupo, de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

Para el valor medio:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$$

Por ejemplo, considerando los datos de la Tab. 7.3 para el subgrupo 1 tenemos:

$$\bar{X} = \frac{49 + 50 + 49 + 50}{4} = \frac{198}{4} = 49.50$$

Para el subgrupo 2:

$$\bar{X} = \frac{49 + 49 + 51 + 48}{4} = \frac{197}{4} = 49.25$$

Se calcula así  $\bar{X}$  para cada subgrupo.

Para el rango, que es la diferencia entre el valor mayor y el valor menor de un subgrupo:

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

Por ejemplo, considerando los datos de la Tab.7.3 para el subgrupo 1 tenemos:

$$R = 50 - 49 = 1$$

Para el 2:  $R = 51 - 48 = 3$

D) Obtenga el gran promedio  $\bar{X}$  y el rango promedio R.

a) El gran promedio  $\bar{X}$  es la suma de todos los valores medios de cada subgrupo dividido entre el número de subgrupo K.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_k}{K}$$

Considerando los datos de la tabla 7.3.

$$\bar{x} = \frac{49.50 + 49.25 + \dots + 49.75}{20} = 49.75$$

b) El rango promedio  $\bar{R}$  es la suma de todos los rangos de cada subgrupo dividida entre el número de subgrupos  $K$ :

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 \dots + R_k}{K}$$

Considerando los datos de la tabla 7.3.

$$\bar{R} = \frac{1 + 3 + 4 + \dots + 1}{20} = 3.05$$

D) Calcule la línea Central y los límites de control.

Los límites de control en el gráfico  $\bar{x} - R$ , nos indican si un proceso se encuentra bajo control. Los límites deben ser calculados tanto para el gráfico de medias como para el gráfico de rangos. El principio para el cálculo de los límites de control, en las gráficas por variables, es similar al aplicado para los límites de proceso en las distribuciones de frecuencias, o sean los límites de 3-sigma. La única diferencia que pudiera existir, es que en las gráficas de control por variables se emplean los datos de las medidas de tendencia central y de la dispersión de las muestras relativamente menores.

Al término de este capítulo, se discutirá el concepto estadístico del gráfico de control X-R y su relación con los histogramas.

Por el momento, centremos nuestra atención en la construcción de los límites y la línea central bajo las siguientes fórmulas para el gráfico X-R:

#### Gráfica de Control de Medias X

$$\text{Línea Central, LC} = \bar{X}$$

$$\text{Línea de Control Superior, LCS} = \bar{X} + A \frac{R}{2}$$

$$\text{Línea de Control Inferior, LCI} = \bar{X} - A \frac{R}{2}$$

#### Gráfica de Control de Rangos R

$$\text{Línea Central, LC} = \bar{R}$$

$$\text{Línea de Control Superior, LCS} = \bar{D}_4 \bar{R}$$

$$\text{Línea de Control Inferior, LCI} = \bar{D}_3 \bar{R}$$

Los valores de los coeficientes  $A$ ,  $D_4$ , y  $D_3$ , que dependen del tamaño de la muestra  $n$ , se muestran en la tabla del Anexo C

Las fórmulas que se usan para la gráfica X-R están impresas en la hoja de datos, como se muestra en la tabla 7.4, así como los valores más comunes de los coeficientes. Con fines prácticos reproducimos algunos valores de los coeficientes para poder terminar el ejemplo anterior.

| n | A     | D     | D     |
|---|-------|-------|-------|
|   | 2     | 4     | 3     |
| 2 | 1.880 | 3.627 | 0     |
| 3 | 1.023 | 2.575 | 0     |
| 4 | 0.729 | 2.282 | 0     |
| 5 | 0.577 | 2.115 | 0     |
| 6 | 0.483 | 2.004 | 0     |
| 7 | 0.419 | 1.924 | 0.076 |
| 8 | 0.373 | 1.864 | 0.136 |
| 9 | 0.337 | 1.816 | 0.184 |

TABLA 7.4. VALORES DE LOS COEFICIENTES A, D, y D.

Considerando los datos de la tabla 7.3.

Para la gráfica X : como  $n = 4$ ,  $A = 0.729$

Entonces:

$$LC = \bar{x} = 49.75$$

$$LCS = \bar{x} + A R$$

$$= 49.75 + (0.729) (3.05)$$

$$= 51.97$$

$$LCI = \bar{x} - A R$$

$$= 49.75 - (0.729) (3.05)$$

$$= 47.52$$

Para la gráfica R : como  $n = 4$ ,  $D_4 = 2.282$  y  $D_3 = 0$

Entonces:

$$LC = R = 3.05$$

$$\begin{aligned} LCS &= D_4 \bar{R} \\ &= (2.282) (3.05) \\ &= 6.96 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LCI &= D_3 \bar{R} \\ &= (0) (3.05) \\ &= \text{NO SE CONSIDERA.} \end{aligned}$$

E) Trace la gráfica de control  $\bar{X}$ -R. Para construirla es conveniente utilizar un papel cuadriculado previamente o papel milimétrico ( también se pueden diseñar formas especiales para la construcción ).

Al trazar las líneas de control debe dejar una separación de tres a cuatro centímetros entre el límite de control superior y el límite de control inferior. El trazo de la línea central debe ser continuo y el de los límites de control superior e inferior punteado.

Estas líneas de control deben trazarse sobre los ejes horizontal y vertical. Asigne un intervalo adecuado, tanto para el eje horizontal como para el vertical y anote sus valores. Anote también los valores de los límites de control y de línea central. Ver fig 7.5.

F) Grafique los valores de  $\bar{X}$  y R para cada subgrupo, partiendo del mismo eje horizontal. Identifique los puntos para las  $\bar{X}$  como (.) y para las R como (\*). Encierre en un círculo los puntos fuera de los límites de control. Ver fig. 7.5.

G) Es conveniente anotar sobre la gráfica la información necesaria para su mejor comprensión, como: tamaño de la muestra la naturaleza de los datos, periodo en que se tomaron, quién los tomó, quién los procesó, etc..

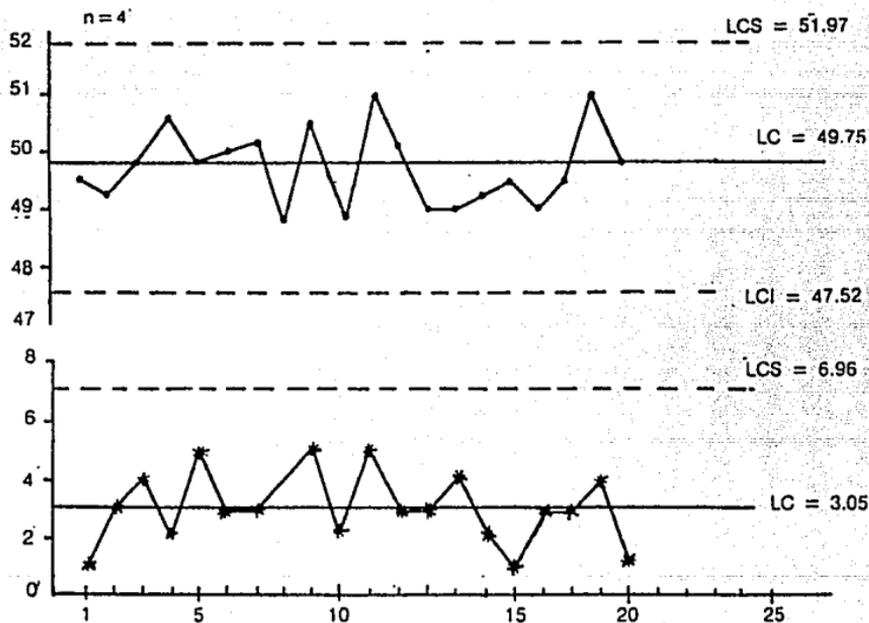


FIGURA 7.5. GRAFICA DE CONTROL  $\bar{X}$ -R, SEGUN DATOS TABLA 7.3.

#### V.7.F.- INTERPRETACION DE UNA CARTA DE CONTROL X R.

En primer lugar, examinemos la carta para ver si hay puntos o disposiciones poco usuales, es decir, no aleatorios. Se acostumbra colocar las gráficas de  $\bar{X}$  y R una encima de la otra, de manera que la media y el recorrido correspondiente a una muestra estén en la misma línea vertical.

Observemos si en una de estas gráficas, ya sea la de medias, la de rangos o en ambas, existe una falta de control para una muestra determinada. Cuando en los gráficos de control, los puntos caen fuera de los límites de control, es señal de que la muestra fuera de control no procede del mismo sistema de causas, es decir, que la población ha sufrido un cambio, como si las muestras se hubieran tomado de una población diferente.

Como la falta de control exista, significa el cambio de una población por otra y puede clasificarse de acuerdo a:

Si una MEDIA muestral cae fuera de los límites, evidencia que ha habido entre las muestras un cambio general que afecta a todas las piezas. Se debe de estudiar el registro mantenido durante la recopilación de datos para ver si hubo, para la muestra correspondiente, un cambio de material; de proceso o de otro factor que pudiera explicar el punto fuera de control.

Si un RECORRIDO muestral cae fuera de los límites de control, evidencia que la uniformidad del proceso o su dispersión, ha cambiado. Cuando se ha utilizado al tiempo como base para formar los subgrupos, esto puede significar un cambio en los factores humanos, mecánicos o materiales que afectan al proceso. También puede reflejar un cambio repentino en el proceso ( tal como el comienzo de nuevos componentes ) que se produjo en el lote de donde se extrajo el subgrupo. En este último caso, tanto la media como el recorrido podrían estar fuera de los límites.

Con el propósito de hacer más práctica la interpretación de las gráficas de control, presentamos la comparación de un grupo de histogramas ( representados por curvas de frecuencias ) y la gráfica de control  $\bar{X}$ -R.

Básicamente la interpretación de la gráfica de control (película del proceso) debe decirnos lo que sucede dentro del proceso. Los histogramas (fotografía del proceso) representan el comportamiento del proceso en tres periodos diferentes para este caso. A continuación se presenta una serie de curvas que representan los problemas que pueden existir con respecto al tiempo. Fig. 7.6.

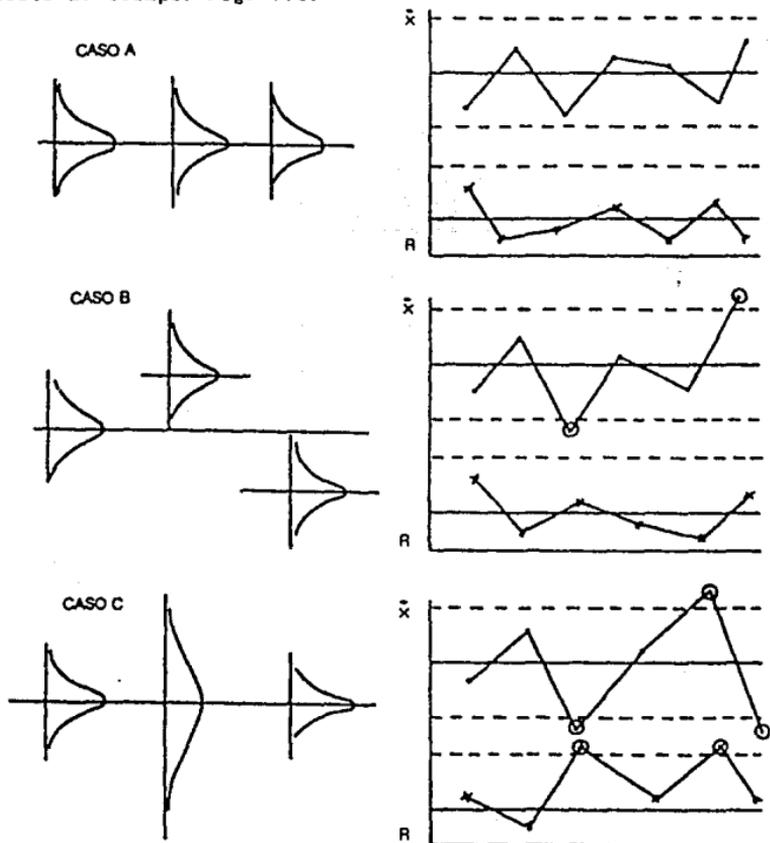


FIGURA 7.6.

De acuerdo con las anteriores comparaciones entre histogramas y gráficas de control X-R, observamos lo siguiente:

- CASO A. Observemos claramente, por la forma de la gráfica, que la producción está controlada y que X y R no exceden los límites de control. No se observan situaciones anormales.
- CASO B. Notamos que si hay cambios en la media del proceso de producción, fácilmente detectados en la gráfica X, que muestra anomalías, en este caso puntos fuera de los límites de control. En cambio la gráfica R no muestra anomalías.
- CASO C. Se observa que cuando hay cambios en la dispersión del proceso, esto se ve en la gráfica R, ya que los puntos muestran anomalías. Incluso en la gráfica X se observa que el cambio en el movimiento de los puntos es grande y algunos pueden estar fuera de control.
- CASO D. Particularmente, se observa que en el marco de la gráfica de X se mantiene constante, mientras que en la gráfica de R se aprecia una tendencia en una dirección

En general se puede mencionar, que siempre que deseemos observar cuándo suceden los cambios en el proceso, de acuerdo con los movimientos de los puntos en la gráfica de control X - R, debemos tener presente que:

| Gráfica | Cambio en la media del proceso de producción | Cambio en la dispersión |
|---------|--|-------------------------|
| X       | INDICA ANORMALIDAD                           | INDICA ANORMALIDAD      |
| R       | NO DIFERENCIA                                | INDICA ANORMALIDAD      |

Además de los puntos situados fuera de los límites de control, busquemos 'series', es decir, sucesiones de puntos situados a un mismo lado de la línea central.

La falta de control también se indica mediante los puntos existentes fuera de los límites de control, esto es, existen causas atribuibles de variación que no forman parte del sistema de causas constantes. Como se explicó con anterioridad, los límites de control se calculan con base en 3 sigma para la carta de medias y 3 sigma para la carta de dispersión, y existe un amplio margen de confianza de que los puntos estén dentro de los límites.

Aunque todos los puntos se encuentren comprendidos en límites de control, puede detectarse una falta de estabilidad mediante corridas, tendencias u otras de los puntos graficados con referencia a los límites de control. Este estudio de series fué realizado por J. Duncan Achelson en 1971. A continuación se presentan algunas series importantes expuestas por este autor.

#### 1.- CORRIDAS

Cuando la longitud de la serie ( una serie larga indica falta de aleatoriedad) contiene de :

2 de 3 puntos sucesivos a más de 2 desviaciones tipo

4 de 5 puntos sucesivos a más de 1 desviación tipo.

8 puntos sucesivos a un mismo lado de la media.

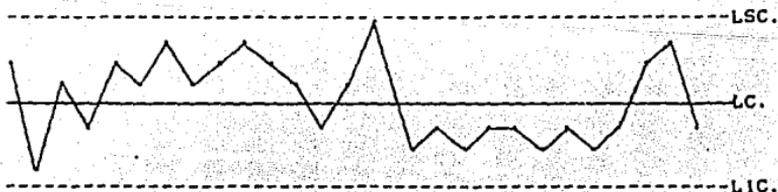


FIGURA 7.7.

Para el caso de la gráfica  $\bar{X}$ , indica que el proceso ha modificado la media, se debe de tomar una acción para que la media del proceso se modifique a la media establecida en la gráfica.

Para el caso de la gráfica R, aquellos puntos por debajo de la media, indican que el proceso ha mejorado. Para el otro caso indica que el proceso ha empeorado en su dispersión.

## 2.- TENDENCIAS.

La cantidad de series sobre la línea central ( pocas series indican falta de aleatoriedad ). Los ciclos y las tendencias son casos especiales de series.

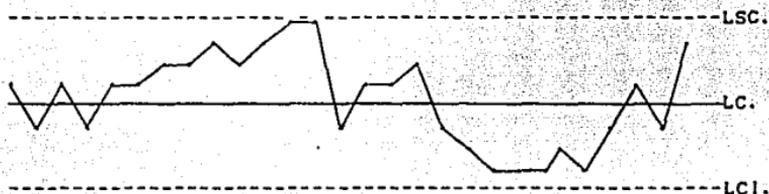


FIGURA 7.8.

### ASCENDENTE.-

En el caso del gráfico de  $\bar{X}$ , indica que el valor se ha incrementado en la media, debe tomarse acciones antes que el proceso salga de control o de especificación para el gráfico R indica que hay un incremento en la variabilidad.

### DESCENDENTE.-

En el caso de  $\bar{X}$ , indica que el valor se ha decrementado, en el caso del gráfico R indica que la variabilidad del proceso ha disminuido, lo cual es favorable al proceso.

### 3.- CICLOS

La forma de ciclos se da cuando los puntos muestran el mismo patrón de cambio en intervalos iguales. Este criterio no es muy estricto, ya que hay necesidad de seguir con detenimiento el movimiento de los puntos para poder tomar una decisión.

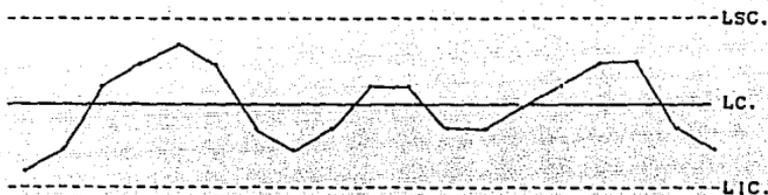


FIGURA 7.9.

### 4.- AGRUPAMIENTOS.

El agrupamiento se forma cuando el movimiento de los puntos en la gráfica de control está alrededor de la línea central (Caso 1), o de las líneas de los límites de control (Caso 2).

Para evaluar si existe agrupamiento sobre la línea se trazan líneas a la mitad, entre la línea central y los límites de control. Si la mayoría de los puntos está entre estas líneas, existe anomalía.

Para evaluar si existe agrupamiento sobre las líneas de los límites de control, trace dos líneas a un tercio de distancia del límite de control y dos tercios de distancia de la línea central. Existe anomalía si dos de tres, tres de siete, o cuatro de diez puntos consecutivos se encuentran en la zona o área de un tercio. Ver casos 1 y 2.

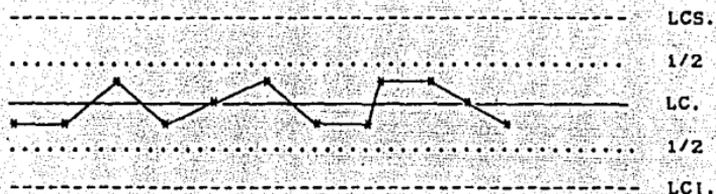


FIGURA 7.10. caso 1.

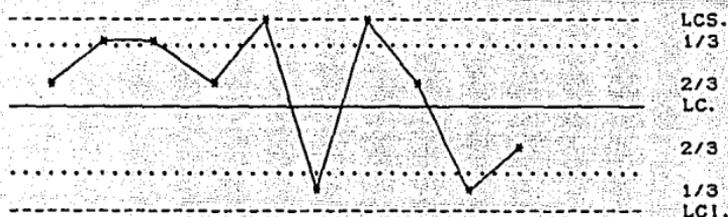


FIGURA 7.11. caso 2.

En el Anexo se muestran otros modelos de comportamiento de las cartas de control, los cuales pueden ser de gran utilidad para interpretar algunos problemas que se presentan en los diferentes procesos que integran un producto.

"El estado de control en un proceso de producción se logra solamente si no existen anomalías en la gráfica de control, donde los puntos deben estar al azar".

# CAPITULO

## VI

---

## VI.1.- SOLUCION DE PROBLEMAS MEDIANTE LAS 7 HB.

"LA BUSQUEDA DE LA MEJORA ES INTERMINABLE  
HACERLO CONTINUA Y EFECTIVAMENTE NOS PER  
MITE ENTENDER LA IMPORTANCIA DEL MEJORA-  
MIENTO DE LAS COSAS, LO QUE IMPLICA DE-  
SARROLLO"

ARMAND V. FEIGENBAUM.

Una vez enmarcados en el campo de la filosofía y el manejo de las siete herramientas básicas del Control total de Calidad, pretendemos que esta parte del trabajo ilustre la importancia de solucionar los problemas que afectan a la calidad dentro del panorama competitivo de la industria de autopartes.

El resolver los problemas que día a día se presentan es la gran responsabilidad de las empresas. Pero la forma en que son resueltos estos, representa la importancia de conservar un lugar en el mercado, de retener a los clientes y de hacer mejoras continuas al proceso para satisfacer las necesidades del consumidor. Tales problemas pueden ser el resultado de una falta de precaución en el control de los procesos, por no llevar una norma bien definida, por un plan de control mal interpretado, que en suma, dará una calidad deficiente en el producto.

Al respecto MICHAEL F. PORTER DICE:

\*LA EMPRESA QUE PRESENTA UNA VENTAJA COMPETITIVA, ES LA QUE TRABAJA PARALELAMENTE CON EL COMPRADOR EN EL DISEÑO DE PRODUCTOS, PROPORCIONA UNA AYUDA TECNICA CONTINUA, LIBERA PROBLEMAS, PROCESA LOS PEDIDOS Y ENTREGAS. CADA UNO DE ESTOS PUNTOS DE CONTACTO ENTRE PRODUCTOR Y CONSUMIDOR ES UNA FUENTE POTENCIAL QUE LO HACE DIFERENTE ANTE SU COMPETIDOR. SIEMPRE Y CUANDO LA CALIDAD SEA LA QUE MARQUE LA PAUTA DE MANERA ESTRECHA ENTRE EL PRODUCTO Y LAS ACTIVIDADES DEL VALOR QUE IMPACTAN AL COMPRADOR.

#### VENTAJA COMPETITIVA.

En los capitulos anteriores hemos tratado cada una de las siete herramientas básicas. La sencillez de su uso y su construcción las hace ser las preferidas para solucionar cualquier problema de calidad. Inclusive se puede percatar de que algunas herramientas han tenido un mayor uso en áreas administrativas, como el diagrama de pareto, que es indispensable para la realización de mejoras, ya que siempre que se pretenda mejorar algo, en un proceso u operación hay que detectar los problemas vitales, una vez identificados, el éxito dependerá de la rapidez y la economía con que se resuelvan los problemas y son estas herramientas las que nos ahorran horas de trabajo, reprocesos y experimentos costosos.

Al integrar estas herramientas básicas en un problema significativo para la Compañía Manufacturera Mexicana Continental, S.A. de C.V., se verá también cuál es la secuencia a seguir en su uso, con el propósito de establecer una metodología totalmente práctica para la solución de problemas y la realización de mejoras. Cabe mencionar que el diagrama de Causa y Efecto (Diagrama de Ishikawa), es la clave de la integración de las herramientas básicas, y que hace posibles el establecimiento de esta metodología.

## VI.1.A.- FUNCIONES Y USOS DE LAS SIETE HERRAMIENTAS BASICAS.

Casi siempre es un gran problema reducir a la fracción defectiva de un proceso ó de un producto, incrementar rendimientos o reducir costos. El resolver un problema es una tarea sencilla, el encontrar el verdadero problema es lo mas complicado. Los hechos son importantes y su importancia debe reconocerse con claridad; una vez entendidos los hechos, se procede a expresarlos con cifras exactas. El paso final es hacer calculos, formar juicios y luego tomar las acciones adecuadas al caso.

Al Control de Calidad le llaman también Control de los Hechos, si no se observan los hechos cuidadosamente, las cifras que se presentan no serán dignas de confianza ni la solución del mismo.

La sencillez con la que sea atacado el problema dependerá del análisis de su naturaleza y del uso adecuado de las siete herramientas básicas durante la solución del mismo. El propósito no debe ser simplemente usar las siete herramientas básicas, sino, por medio de ellas, resolver los problemas de calidad y productividad que se presentan en las áreas operativas del proceso.

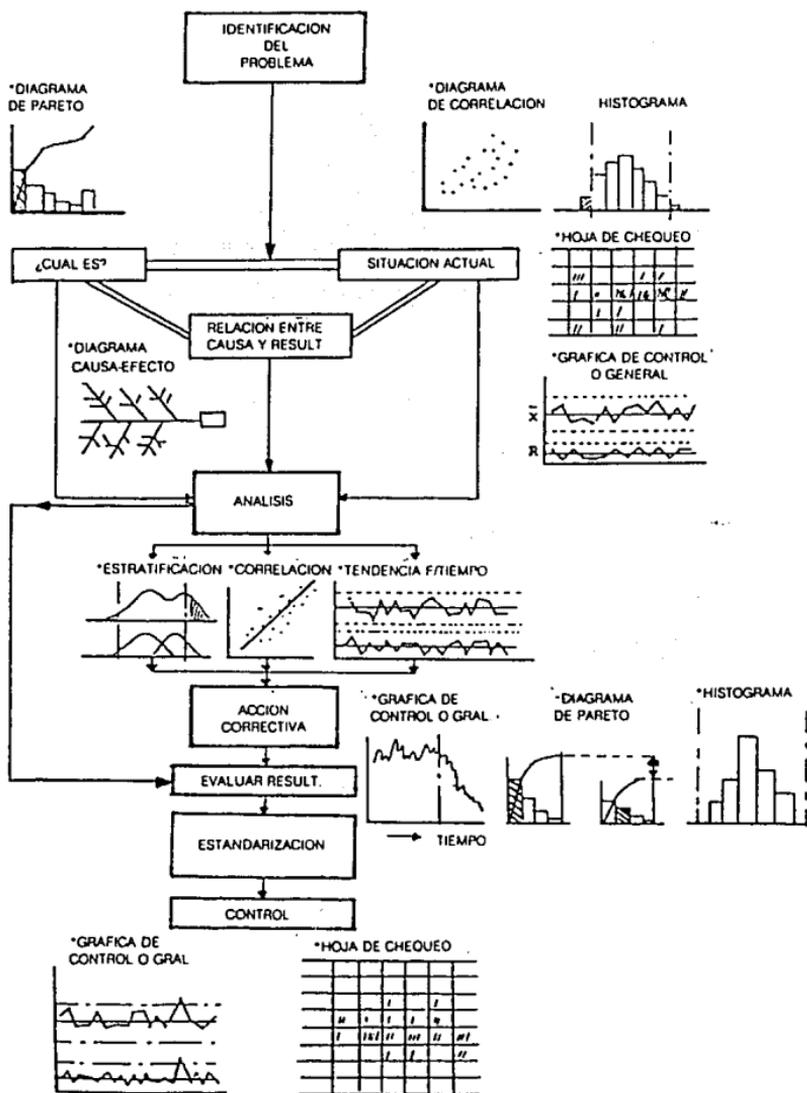
Por último, aparte de utilizar las 7HB. y su metodología para analizar hechos, es importante considerar las opiniones, experiencias, etcétera, de toda la gente involucrada, inclusive del personal a nivel supervisor y operario. Ellos pueden tener una mejor aportación, y si se les entrena periódicamente en esta metodología, su contribución será todavía mayor. Esto implica la creación de un sistema de trabajo que permita un desarrollo equilibrado entre la tecnología y el recurso humano a través de la búsqueda de la calidad y de la productividad.

El uso y las funciones de las herramientas básicas se ilustrará a continuación de forma general, y de una manera más específica al desarrollar todo el método propuesto para resolver un problema en particular de la totalidad de los defectos del producto.

## VI.1.B.- PRINCIPALES USOS DE LAS HERRAMIENTAS BASICAS:

- 1q HOJAS DE INSPECCION: Facilita la obtencion de datos.
- 2q HISTOGRAMAS: Permite conocer la forma de distribucion de la caracteristica de calidad en estudio o el comportamiento de cierta variable en la operacion o proceso.
- 3q DIAGRAMA DE PARETO: Nos reduce el area total de problemas e identifica los realmente importantes y nos permite decidir por cual empezar.
- 4q DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO CYE: Identifica, relaciona y selecciona las causas de los problemas que afectan a cierta caracteristica de calidad.
- 5q DIAGRAMA DE DISPERSION: Confirma o verifica efectos de las causas seleccionadas, utilizando datos continuos (mediciones).
- 6q DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO: Nos permite establecer aquellos lugares dentro del proceso de produccion, que son claves para la inspeccion.
- 7q GRAFICAS DE CONTROL DE PROCESO Y GRAFICAS GENERALES: Permiten conocer los cambios dinamicos en la operacion o proceso y confirmarlos, observando las normas, para identificar situaciones anormales.

VI.1.C.- DIAGRAMA DE COMO SE COMBINAN LAS 7HB PARA LA SOLUCION DE PROBLEMAS.



## VI.2.- DISCIPLINAS PARA LA SOLUCION DE PROBLEMAS

### T O P S.

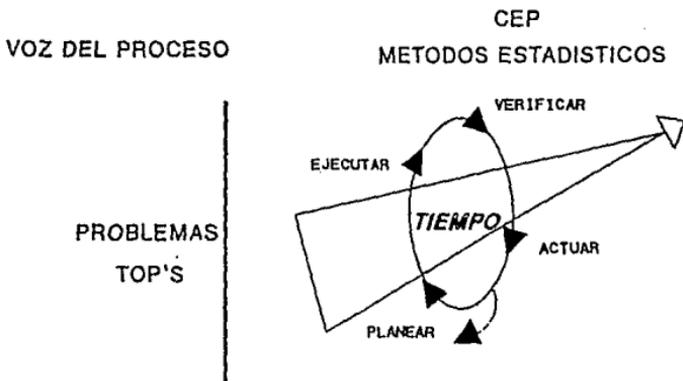
#### TEAM ORIENTED PROBLEM SOLVING.

##### VI.2.A.- DEFINICION Y DISCIPLINAS.

TOPS, es un método ordenado para solucionar problemas usando el enfoque de trabajo en equipo, también se le conoce como REPORTE DE ANALISIS DEL PROBLEMA o SOLUCION DE PROBLEMAS CON ORIENTACION EN EQUIPO, en donde el término "con orientación en equipo", significa que se cuenta con la participación de un grupo interdisciplinario de trabajo.

El enfoque de TOPS se basa en ocho disciplinas 8D para atacar problemas incluyendo aquellos concernientes a índices de habilidad que estén por debajo de los valores deseados. Toma en cuenta a los hechos en lugar de opiniones personales y trabaja con las aportaciones de las diversas actividades de la compañía.

Se aplica a cualquier problema o actividad y ayuda a lograr una comunicación efectiva entre departamentos que comparten un objetivo en común y proporciona el eslabón faltante entre el Control Estadístico del proceso CEP y la mejora de la calidad dentro de las diferentes etapas del Control.



LA FORMA EN QUE TRABAJAMOS Y USAMOS LOS RECURSOS

PROCESO / SISTEMA

A continuación, se identifican y definen las diferentes etapas, se presenta además un diagrama de flujo 8D:

1.- UTILIZAR ENFOQUE DE EQUIPO.

Establecer un grupo pequeño de gente con conocimiento del proceso y del producto, en las disciplinas técnicas requeridas para resolver el problema e implementar acciones correctivas. ....(1)

2.- IDENTIFICAR EL PROBLEMA.

Determinar un objetivo y especificar sus razones, definir por qué se seleccionó el problema, el qué, quién, cuándo, dónde, cómo, cuántos en terminos contables para el problema. ....(2)

3.- COMPRENDER LA SITUACION ACTUAL DEL PROBLEMA.

Analizar cuál es la situación con respecto al problema seleccionado. ....(3)

4.- ANALIZAR LA RELACION ENTRE LAS CAUSAS Y SUS EFECTOS.

Determinar, Analizar y seleccionar las causas potenciales y confirmar su efecto. ....(4)

5.- ESTABLECER UN PLAN DE CONTRAMEDIDAS O DE ACCION CORRECTIVA.

Identificar soluciones para contrarrestar el efecto de la causa seleccionada, llevar a cabo pruebas con dichas contramedidas para analizar y confirmar su efecto. ....(5)

6.- CONFIRMAR EL EFECTO DE LA MEJORA.

Confirmar el efecto de la acción tomada al evaluar su contribución como mejora. ....(6)

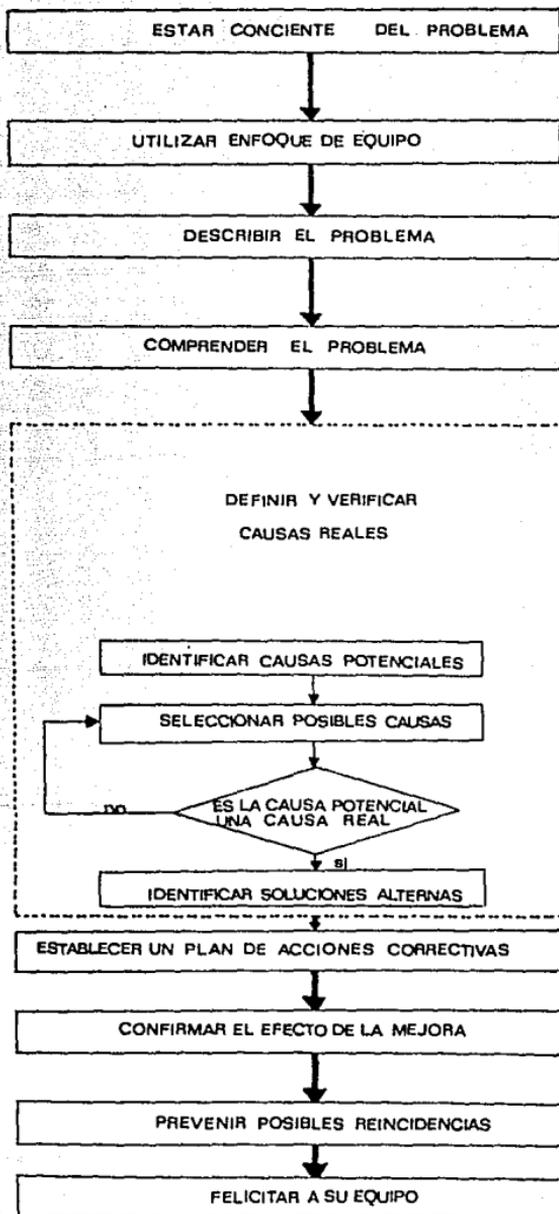
7.- PREVENIR LOS PROBLEMAS REMANENTES.

Definir posibles problemas relacionados que se deban de atacar en el futuro. ....(7)

8.- FELICITAR A SU EQUIPO.

Reconocer a los esfuerzos colectivos del equipo..(8)

VI.2.D.- DIAGRAMA DE FLUJO TOP'S.



Básicamente estas ocho disciplinas abarcan conceptos tan importantes para la solución de problemas, que al incorporar las 7 herramientas básicas en cada uno de los pasos de la metodología, resulta muy fácil poder resolver cualquier tipo de problemas que se presenten durante la producción.

Así, para encontrar problemas y resolverlos, se necesita de la acción en equipo de un grupo de personas que participen voluntaria, autónoma, creativa, continua e interminablemente en la solución de problemas alrededor de su área de trabajo. Este enfoque contempla la filosofía de trabajo más importante dentro del Control Integral de Calidad que considera la integración de los supervisores y trabajadores en pequeños grupos para lograr, gracias a la participación de todos, el desarrollo continuo de las actividades del Control de Calidad. El propósito final de estas agrupaciones es ejercer Control y mantener en una constante mejora su área de trabajo, valien - dose de técnicas estadísticas del Control de Calidad.

El identificar algún problema, se refiere al resultado de todo un trabajo en equipo por el cual se determina un objetivo a seguir y en el que se van eliminando causas y posibilidades, mediante diversas técnicas de preguntas, hasta llegar al verdadero problema en terminos cuantificables. En esta etapa de la Metodología el diagrama de Pareto y los histogramas, por lo general, nos sirven para reducir el número de los problemas y concentrarnos en los vitales.

El tener la seguridad sobre si las causas detectadas son verdaderas o no es de vital importancia para poder emprender un plan de acción que contrarreste las acciones del problema. En la fase de análisis de las causas y sus efectos, el Diagrama de Causa y Efecto, nos permite seleccionar las causas que originan problemas, o sea la causa primera a analizarse. Posteriormente, se deben de generar datos para darse cuenta si realmente es causa o no del problema en cuestión. Si la causa que se seleccionó no lo es, se selecciona otra y así sucesivamente. Los errores debido a confusiones, precipitaciones o negligencias en la solución de problemas suelen ocurrir en la fase en la que se establece el plan de contramedidas. Estos errores deben ser prevenidos mediante los diagramas de Dispersión, si el tipo de dato generado para confirmar el efecto de una causa sobre una característica de calidad es del tipo continuo, o bien; si es del tipo discreto se usará el diagrama de Estratificación, el histograma o las gráficas. Para prevenir negligencias y poder descubrir claramente el problema se usan las hojas de verificación.

Para confirmar el efecto de la mejora, se debe usar la misma técnica o herramienta con que se detectó y planteó el problema, con el propósito de observar realmente la mejora.

Para la fase de prevención de problemas remanentes, la gráfica de control cumple con la función de señalar previamente la aparición de algún posible problema dentro del proceso.

Finalmente, es de gran importancia reconocer el trabajo realizado por el equipo de trabajo. Fue el equipo, el que de alguna forma ordenada logró desaparecer el problema y el que consiguió mejoras notables en los procesos del sistema productivo. El resolver los problemas, bajo esta metodología, traerá consigo nuevas ideas con consecuencias nunca antes previstas a favor de la Calidad y la Productividad de la compañía, razón por demás para felicitar y recompensar al equipo que trabajó en la solución de un problema particular.

Se puede apreciar, que esta técnica de resolver problemas es realmente muy sencilla, además, nos permite conocer la forma en que trabajamos y usamos los recursos. TOP'S, relaciona lo que está sucediendo dentro de un proceso productivo con las herramientas indispensables para poder intervenir, modificar y prevenir aquellos problemas que son detectados por la VOZ DEL PROCESO, conocido mejormente como CEP. CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO.

## VI.2.B.- FILOSOFIA:

La filosofía que sustenta a TOP'S está enmarcada dentro de los conceptos fundamentales de Calidad que son, el Control y las Mejoras. Mejoras y Control son dos conceptos y acciones que deben ir de la mano dentro de los procesos de producción. Si no se tiene un buen Control, los efectos de las mejoras realizadas no se mantendrá por mucho tiempo. Por otro lado, si se tiene un buen Control, vendrán muchas mejoras, lo que significa el acumulamiento de poder técnico en la empresa.

TOP'S retoma los conceptos de Control y Mejoras y los combina para poder resolver problemas y ejecutar el Control de los procesos. De esta forma se crea un plan continuo de trabajo que cierra el Circulo de la Calidad entre el CEP y la mejora de calidad.

Veamos a continuación el significado de Control y cuáles son las etapas a seguir de acuerdo con el círculo de Deming.

## VI.2.C.- ¿QUE ES CONTROL?

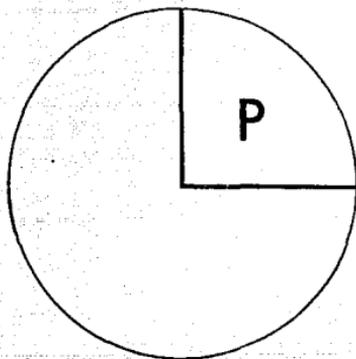
El concepto de Control abarca a todas las actividades necesarias para lograr los objetivos efectiva y económicamente. El Control implica la verificación del trabajo o proceso para que este se desempeñe de acuerdo con las instrucciones planeadas, ordenadas, dirigidas y estandarizadas; de lo anterior, el Control también implica acciones correctivas o preventivas, al presentarse algún fenómeno desfavorable para conseguir los objetivos.

Control es planear, ejecutar, verificar y tomar acciones correctivas o preventivas para lograr los objetivos efectiva y económicamente, el esquema 6.2, facilita su interpretación.

El círculo de Deming o círculo de Control ayuda a interpretar los pasos recomendados para tener éxito en el Control. Específicamente el círculo de Deming se compone de los siguientes pasos:

#### 1.-PLANEAR

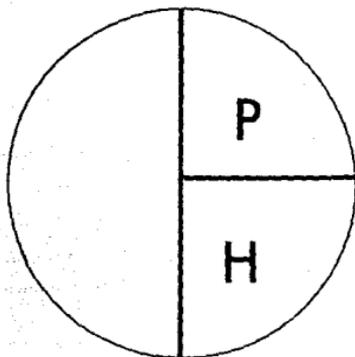
Consiste en hacer un plan general en el cual se definen los factores a controlar y la manera en que serán controlados. El control de los factores incluye calidad, cantidad, costos, seguridad, y moral.



- \* Elaborar el plan de la forma en que se han de controlar estos factores.
- \* Que procedimientos se deberán seguir en el trabajo.

## 2.-HACER

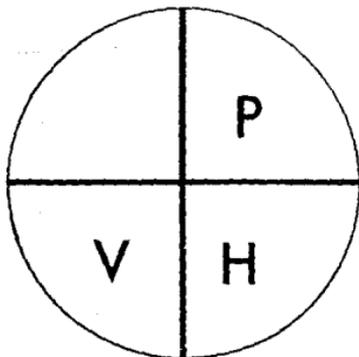
El segundo paso es llevar a cabo lo planeado. Los factores a controlar deberán ser vigilados continuamente, por lo que es importante darle al empleado o trabajador el entrenamiento acerca de los estándares de trabajo o de operación.



- Asegurar que se trabaje siguiendo los procedimientos o estándares establecidos

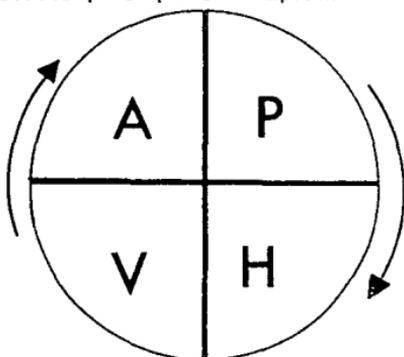
## 3.-VERIFICAR

El siguiente paso es confirmar los resultados, para evaluar el plan y verificar si los estándares son apropiados o no.



#### 4.-ACTUAR

El último paso es tomar una acción correctiva basada en los resultados. Si los estándares no son buenos, establezcamos otros. Si los empleados o trabajadores no cumplen con los estándares, debemos persuadirlos para que se cumplan.



VI.2.C.1.-

CIRCULO DE DEMING  
O  
CIRCULO DE CONTROL

El siguiente esquema nos ayuda a interpretar los pasos recomendados para tener éxito en el plan de Control.

Una forma efectiva de hacer cumplir los estándares es hacer a los empleados y trabajadores responsables de la ejecución, en la medida de lo posible y en su establecimiento.

Las dos acciones que se deben de seguir son:

REMEDIO INMEDIATO (RI)

PREVENIR LA RECURRENCIA (PR)

RI : Elimina el sintoma

PR : Implica investigar las causas  
y eliminarlas.

En la mayoría de los casos, cuando suceden cosas anormales o problemas en el proceso, es necesario poner remedio inmediato a tal situación. El mensaje a transmitir aquí es que el verdadero control implica no sólo el remedio inmediato RI, sino que también prevenir la recurrencia PR; esto es:

PRIMERO RI  después PR

# CAPITULO

## VII

## NECESIDAD DE LA FILTRACION EFICIENTE:

### VII.- CONOCIMIENTOS Y ANTECEDENTES TECNICOS DE FILTRACION.

#### VII.1.- ANTECEDENTES.

A través de la evolución del motor de combustión interna se ha hecho necesaria una mejor lubricación para el mismo. El motor actual está fabricado con pistones de mayor cilindrada y carrera mas corta que los modelos anteriores, tiene compresión elevada, aumento de revoluciones por minuto (RPM), tomas de aire más grandes, carburadores mejorados y componentes computarizados en todas sus partes finas y vitales. Debido a estas mejoras, los filtros en la actualidad han adquirido una mayor importancia, tanto para obtener una lubricación más eficaz como para obtener una combustión más efectiva.

El término "MOTOR" se utilizará como sinónimo de maquina de combustión interna a lo largo de este trabajo.

La mayor parte de la gente cree que los motores sufren una muerte lenta natural. Otras suponen que los factores primarios que provocan la falla prematura del motor son la alta velocidad, pobres hábitos de manejo, condiciones de manejo de paro y arranque, manejo con el motor frio, entre otros.

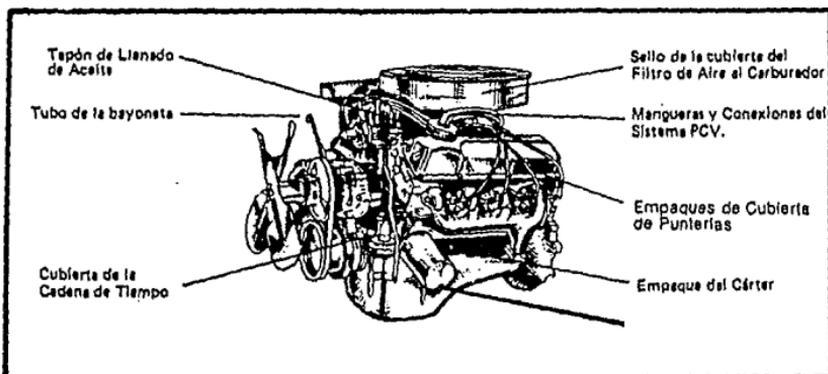
Algunos de estos factores pueden contribuir a reducir la vida del motor y bajar su rendimiento, pero no son los factores principales que determinan el fin de un motor.

Es una sustancia en la que se mezclan polvo, rebabas de metal, carbón, gomas y barnices, agua y compuestos de plomo que comúnmente se llaman "suciedad", la que constituye el más peligroso enemigo del motor.

No hace muchos años, el cambio de aceite cada 800 Km., era la solución recomendada para reducir el desgaste del motor debido al aceite sucio.

Cuando un vehículo había viajado aproximadamente 32,000 Km., se consideraba que había llegado al fin de su vida. Una reparación general o una sustitución completa del motor era parte del costo de poseer un automóvil.

Hoy, una vida de 160,000 Km. en un motor a gasolina y 800,000 Km. para un motor Diesel es una vida normal. La mayoría de los Ingenieros Automotrices conciben que la principal razón para esta larga vida del motor ha sido el desarrollo de sistemas de filtración efectivos, y el mejoramiento de los aceites del motor.



## VII.2.- EL SISTEMA DE LUBRICACION.

Sin temor a equivocarnos, podriamos afirmar que el sistema mas importante en la vida del motor es el sistema de lubricación. Este sistema se puede apreciar quitando la tapa de las punterias y aparecerà una capa parecida al lodo.

Debajo de esta capa se encuentra el corazón del motor. Cualquier eje de rotación sobre cualquier tipo de soporte, tiene superficies de contacto, friccionando una contra la otra con mayor o menor intensidad, dependiendo de los materiales, de la carga, de la velocidad, del tiempo, de los acabados de las superficies, etc.. Sin una apropiada lubricación, la vida de un motor se mediria en minutos, porque la fricción destruiria rápidamente las partes móviles.

La mayoría de los motores utilizan un sistema de lubricación a presión para distribuir el aceite a las partes móviles. Las únicas excepciones son aquellos motores utilizados en segadoras de césped y tractores.

La figura 7.2. muestra un esquema de un sistema típico de alta presión. El aceite es almacenado en el carter antes de que sea tomado por una bomba a travez de una malla y sea forzado bajo presión dentro de una galeria, desde donde es distribuido a todas las partes móviles.

Como la bomba es accionada por el mismo motor, es capaz de emitir grandes volúmenes de aceite bajo alta presión. Algunas bombas pueden generar presiones de hasta 500 libras por pulgada cuadrada.

Los motores a gasolina no requieren más de 40 a 60 libras de presión para una adecuada lubricación, sin embargo el rango preferido es de 80-100 libras. La presión debe ser controlada dentro de ciertos límites, y esto se logra por el uso de una válvula reguladora de presión localizada en, o cerca de la bomba de aceite. Esta válvula controla automáticamente el volumen de aceite entregado por la bomba.

Cuando el aceite que pasa a través de la válvula está limpio estas válvulas son virtualmente libres de mantenimiento, cuando una pieza de materia extraña es atrapada en la válvula, esta puede permanecer en una posición abierta o cerrada, o repercutir en operación errática.

Si la válvula permanece cerrada, la excesiva presión generada dentro del sistema puede dañar los sellos del motor e inclusive el filtro de aceite.

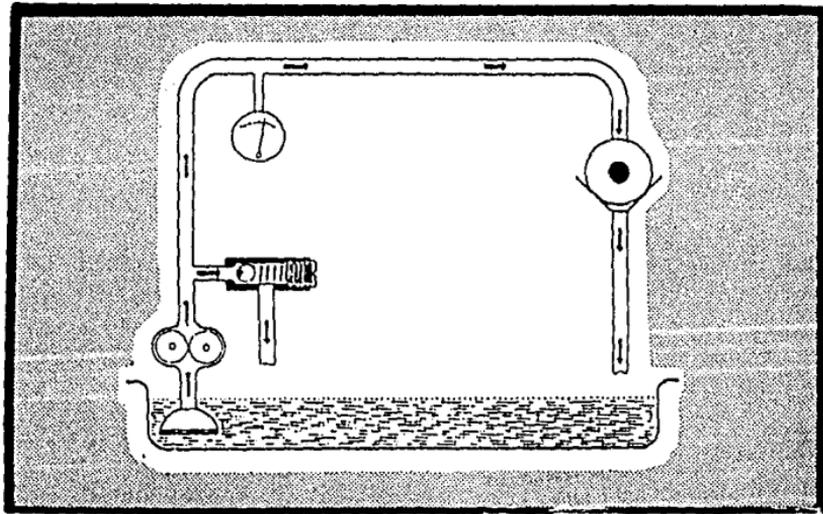


FIG. 7.2

### VII.3.- CONTAMINANTES DEL ACEITE LUBRICANTE.

Los aceites lubricantes para todos los tipos de motores de combustión interna, a menos que estén protegidos con un filtro de aceite adecuado, llegan a contaminarse a tal punto que los daños internos que sufre el motor afecta la eficiencia de la operación. El aceite puede ser contaminado ya sea por los contaminantes producidos por el motor en el proceso de combustión y por el medio ambiente.

La principal causa de la contaminación interna del aceite, se debe a la pérdida de gases a través de los aros de pistón, los que nunca permiten un sellado perfecto, ya que un pequeño porcentaje de los gases de escape y de combustible no quemado, se derivan hacia el cárter con cada ciclo completo del pistón. El gas del escape contiene muchos compuestos nocivos que al contaminar el aceite se transforman en lodo, además contiene carbón y vapor de agua.

Actualmente, la mayoría de los aceites han sido mejorados con aditivos a fin de mantener limpio el motor y hacerlos mas duraderos ante las severas condiciones de trabajo, evitando la descomposición del aceite en alquitranes y resinas. Los detergentes en el aceite, mantienen a los contaminantes sin aglomerarse, tal es el caso del carbón microscópico derivado de la combustión interna que le da al aceite un color negro. Los dispersantes del aceite mantienen las partículas de polvo suspendidas para que puedan ser arrastradas por el aceite y removidas por el filtro. Otros aditivos que se encuentran en el aceite reducen la espuma y neutralizan los ácidos, otros controlan la viscosidad. Ver dibujo 7.3.

El análisis del aceite en "trabajo", es la única forma de determinar el nivel de contaminantes, y no la apariencia pues los aditivos detergentes le darán la apariencia negra derivada del carbón de combustión.



### CONTAMINANTES LIQUIDOS

#### COMBUSTIBLE

Basolina o combustibles diesel en el aceite lubricante reduce su viscosidad, y con circulación excesiva acelera el desgaste del motor.

#### AGUA

Humedad condensada, junto con los productos de combustión, forma lodos, cambia la viscosidad del aceite, causa erosión, "tapa" el filtro de aceite y reduce la calidad lubricante del propio aceite.

#### ANTICOSELANTE

El tipo alcohol no es peligroso, pero el tipo permanente (Etilen Glicol), cuando se combina por alguna causa con el aceite puede provocar falla coqueleta del motor.

### CONTAMINANTES SOLIDOS

#### HELLIN Y CARBON

El hollín de la combustión el cual pasa por los anillos del pistón, colorea el aceite y puede causar daños severos, a menos que se permita una alta concentración y se forme carbono duro con el talón, el cual afecta el funcionamiento del motor.

#### COMPLEJOS DE PLOMO

En motores que utilizan gasolina con tetraetilo de plomo, generalmente se está asociado con alta oxidación del aceite, excesivo humo por el escape, aceite decolorado y apariencia plateada.

#### POLVOS, ARENA Y METAL.

Estos son los contaminantes abrasivos que aceleran el desgaste del motor y son mejor controlados por buenos filtros de aceite y aire.

### OTROS CONTAMINANTES

#### ACIDOS, ETC.

Acidos y hidrocarburos en el Carter son sub-productos de la reacción química entre el aceite y sus contaminantes a las diversas temperaturas en operación del motor.

La fuga de gases provoca además varias combinaciones químicas con el aceite, que se transforma en resinas dañinas y todo que se forma con sus componentes. Por otra parte, el vapor de agua que está presente en los gases, se condensa y acelera la formación de materias extrañas. Otros contaminantes internos son las partículas de metal provenientes del desgaste que se produce por el roce de las partes en contacto y los polvos de los motores que se encuentran en los más recónditos rincones del motor.

En el ambiente exterior, el aceite puede contaminarse con la suciedad y el polvo que entran a través del tubo de alimentación del cárter o por el orificio de la varilla medidora del nivel de aceite. Estos contaminantes se mezclan con los gases del motor y provocan un rápido deterioro del aceite lubricante.

Se necesitan muy pocas materias extrañas para afectar los aros de pistón y reducir su eficiencia, lo que se traduce en menos potencia y mayor consumo de combustible, y aumento de la circulación de gases en el sistema de lubricación.

La única forma positiva para remediar este problema; es mantener el aceite limpio y el único camino para lograrlo, es utilizar un filtro de aceite.

El cambio periódico del aceite con el intervalo que se recomienda, elimina los contaminantes, pero en ese momento el daño ya se ha producido y el nuevo aceite que se agrega se contamina otra vez.

La solución adecuada es el filtro de aceite que mantiene permanentemente limpio el lubricante, lo que se lograría parcialmente si ello solo dependiera de la frecuencia de los cambios de aceite.

Los flotilleros, las compañías constructoras, los agricultores, los automovilistas, y muchos otros que usan motores de combustión interna, han descubierto el beneficio que representa el filtro de aceite al proteger el sistema de lubricación y como ello se traduce en dividendos al decrecer los gastos de mantenimiento y lograr una vida mas larga del equipo.

#### VII.4.- SISTEMAS DE FILTRACION PARA ACEITE.

Existen básicamente tres tipos de sistemas de lubricación y sus respectivos filtros de aceite que se usan hoy en día en los motores de combustión interna.

El filtro de aceite, desarrollado a principios de 1930, fué comercializado por cerca de 20 años como un artículo accesorio. El filtro de aceite no fué un artículo de Equipo Original hasta fines de 1950 en la mayoría de los automóviles de pasajeros.

El sistema de lubricación utilizado en los primeros automóviles de pasajeros fué llamado de "by pass" o sistema de "flujo parcial", (este sistema es utilizado en la actualidad como un sistema de filtración secundario en algunos motores Diesel, que utilizan la combinación de dos sistemas de lubricación)

#### SISTEMA DE FILTRACION DE ACEITE EN FLUJO PARCIAL O DERIVADO.-

Se llama de flujo parcial porque un porcentaje del aceite es retirado del sistema de lubricación, haciendolo fluir a través de un filtro antes de regresar al cárter. Este sistema también se le ha llamado tipo de flujo indirecto, debido a que una sola parte del aceite entregado por la bomba, es filtrado cada vez. La cantidad retirada de aceite para ese propósito de filtración puede variar entre el 5 y el 10% de lo que entrega la bomba, dependiendo ello de la viscosidad del aceite y el tipo de filtro. En término de cantidad, este representa alrededor de 130 litros por hora cuando se ha instalado un filtro de un litro de capacidad.

Un diagrama de este sistema típico de flujo parcial se demuestra en las figuras 7.4. y 7.5. El aceite es tomado del cárter por la bomba de aceite y forzado a pasar a presión a través de las ranuras de lubricación que poseen los cojinetes. Una válvula reguladora de presión, ubicada generalmente dentro o cerca de la bomba es requerida para regular la presión en los cojinetes, de modo que sea esta la adecuada presión para cada motor en particular. Aunque la válvula reguladora se abra, la presión en los cojinetes permanecerá constante como asimismo el volumen de aceite entregado a los cojinetes. Desde que la bomba aumenta las entregas en relación directa con la velocidad del motor, un gran volumen de aceite pasa a través de la válvula reguladora de presión y retorna al cárter. Cuando el motor es nuevo y trabaja a su máxima velocidad el exceso de aceite devuelto al cárter es equivalente de un 50 a un 100% del volumen que se entrega a los cojinetes.

Este exeso de capacidad de la bomba es necesario para alcanzar la demanda aumentada a medida que las luces de los cojinetes llega a un punto tal, que exige todo el exceso de la capacidad de la bomba, y esta simplemente abastece el aceite requerido por la presión que indica el manómetro.

Cualquier desgaste mayor de los cojinetes, provocará la caída de presión en el manómetro. A ciertas velocidades y en un punto muerto, el suministro de la bomba es tan bajo que no hay ninguna capacidad en exceso y en consecuencia la presión del manómetro será mas baja que la que opera la válvula reguladora. No obstante, los cojinetes necesitan muy poco aceite bajo estas condiciones, debido a la pequeña cantidad de calor que se genera al friccionarse. Con esta presión reducida no se produce ningún daño.

En el sistema de flujo parcial que se demuestra en la fig. 7.4. , el aceite para ser filtrado es derivado de cualquier punto del lado de la presión del sistema de lubricación generalmente en la conexión del manómetro.

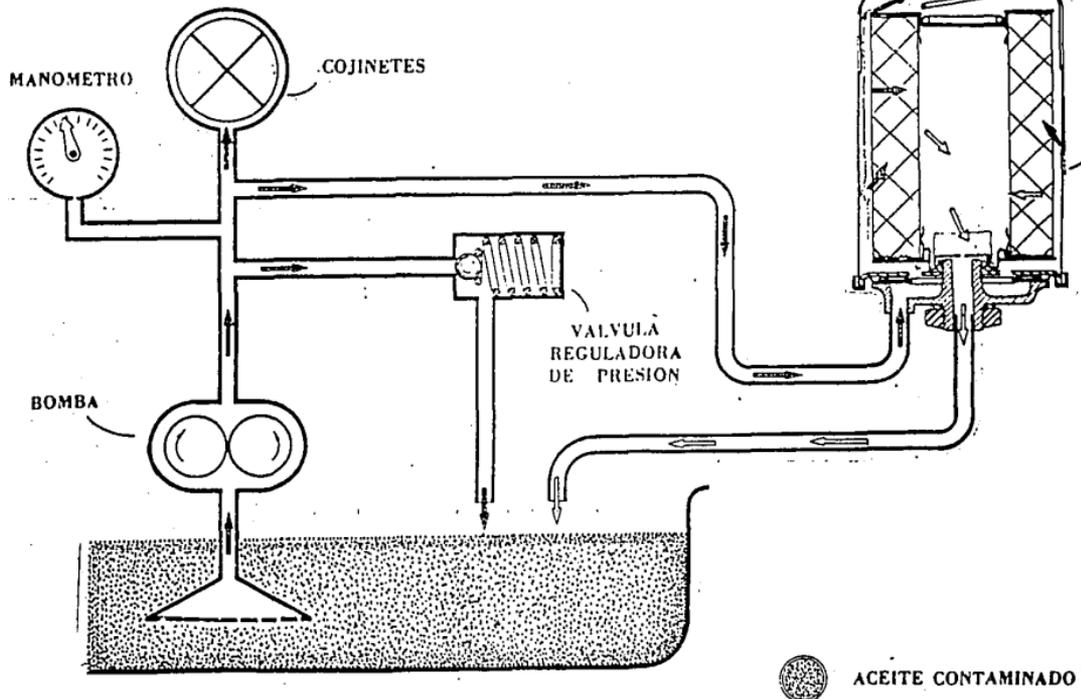


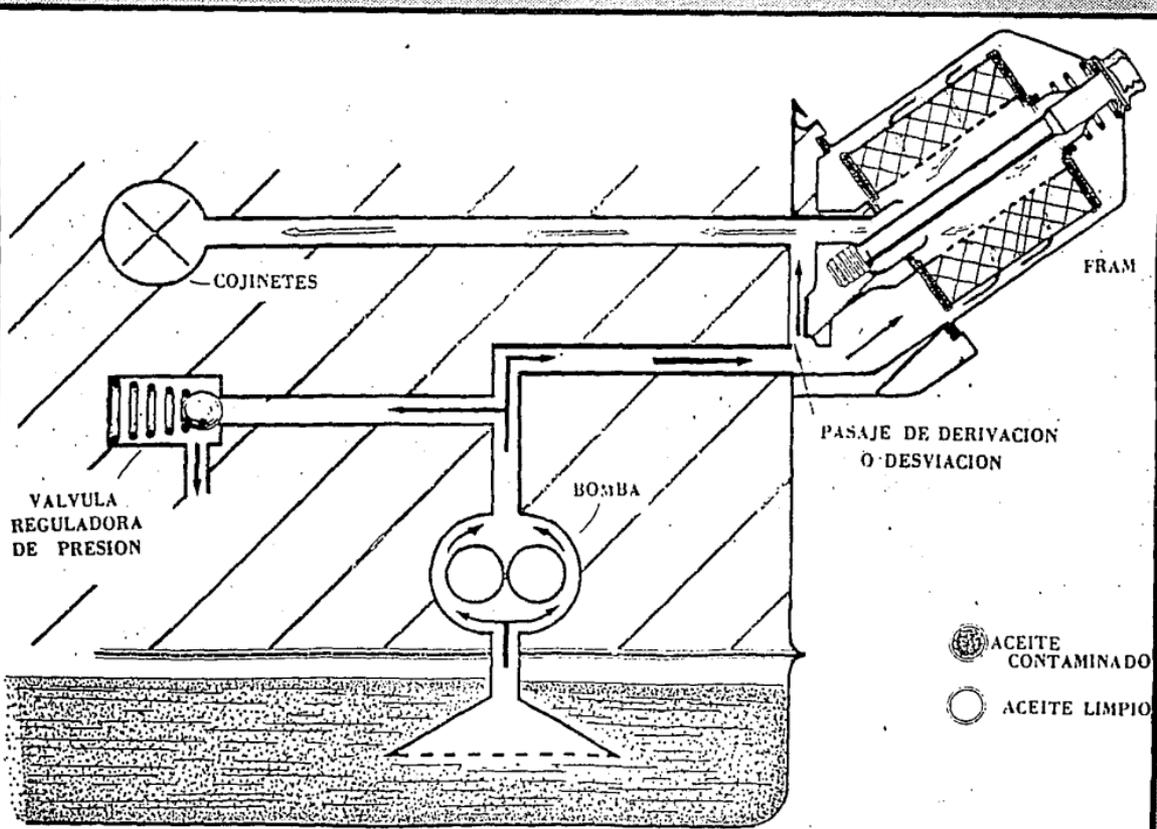
figura 7.4

Después de entrar al filtro, pasa através del cartucho filtrante y es descargado, al cárter a través del tubo central del filtro. La apertura dentro del tubo central es restringida a no más del 10% de lo que provee la bomba al filtro. Este orificio de pasaje es de 1/16 pulgadas (1,6mm) de diámetro y permite fluir alrededor de 120 litros de lubricante por hora a través del filtro. Esta cantidad de aceite no es restada al sistema de lubricación, sino simplemente obtenida del exceso que pasa a través de la válvula reguladora de presión. La cantidad de aceite suministrada a los cojinetes, permanece exactamente invariable y la lectura del manómetro tampoco cambia.

Desde que hay una descarga libre desde el filtro con retorno al cárter, se verá que la presión disponible para forzar el aceite sucio a través del filtro, es aproximadamente igual a la presión de los cojinetes. La presión de los cojinetes en los motores modernos, oscila generalmente de 35 a 60 libras por pulgada cuadrada. La combinación de una presión relativamente alta disponible para el filtraje con un filtro controlado, produce condiciones ideales para el filtraje.

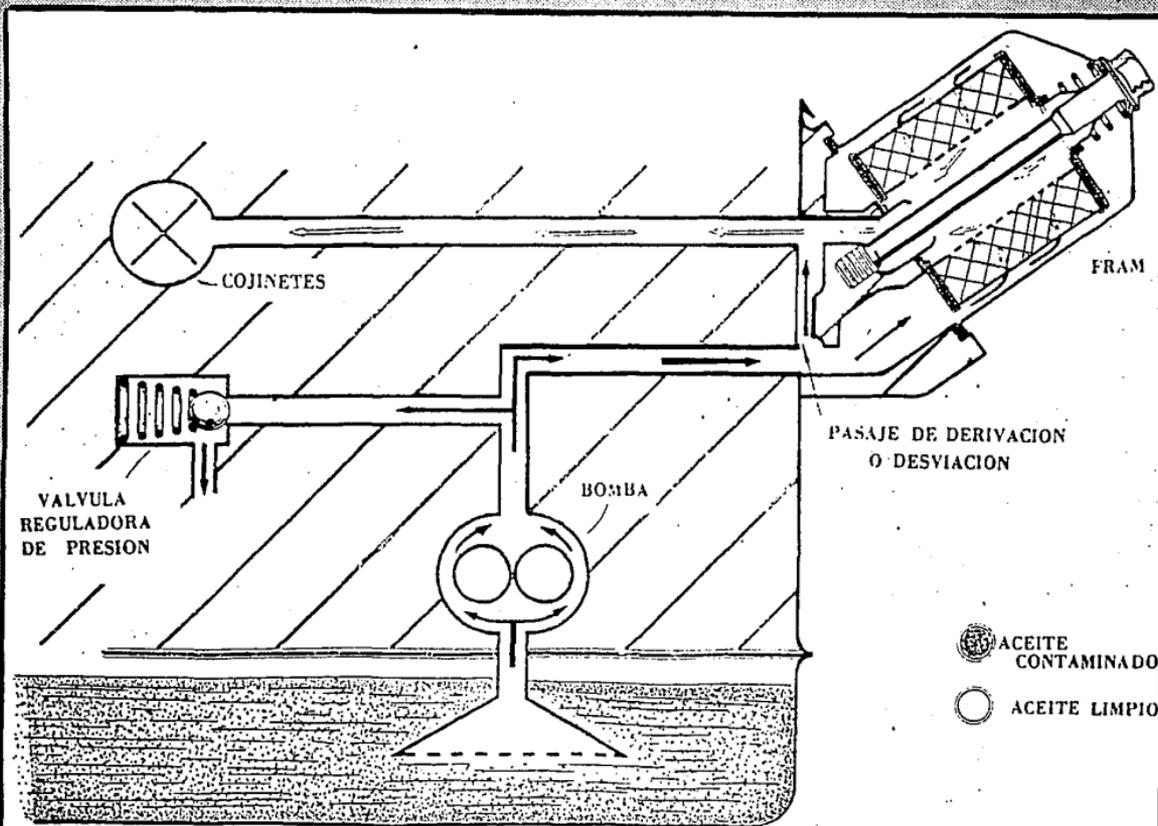
El único propósito del cartucho filtrante es remover los contaminates del aceite del motor, gradualmente se irá saturando hasta el punto donde el aceite no podrá fluir a través del medio filtrante. Cuando esta condición se alcanza, todo el aceite será bombeado a los cojinetes del motor con un nivel de contaminación alto, e incrementándose gradualmente con el tiempo. Aún cuando ésta es una situación potencialmente peligrosa, no habrá un daño rápido en el motor cuando el cartucho filtrante se sature.

El cartucho filtrante debe ser cambiado a intervalos apropiados para asegurar un suministro constante de aceite limpio a las partes móviles del motor. Una buena práctica es seguir las recomendaciones de los fabricantes de motores para los intervalos de cambio. El filtro debe ser cambiado cada vez que se cambie el aceite.



7.5

dt



Mientras que el sistema de "Flujo Parcial" controla el nivel de contaminantes, tiene un inconveniente: Filtra solo el 10% del aceite en cada ciclo completo de circulación.

A mediados de 1950, empezaron a aparecer motores más grandes y potentes, y los propietarios demandaron una mayor vida del motor. Un mejor sistema de filtración de aceite fue desarrollado, y hoy en día se utiliza, virtualmente, en todas las máquinas de combustión interna. Es llamado "Sistema de Filtración de aceite en Flujo Total".

#### SISTEMA DE FILTRACION DE TIPO FLUJO DIRECTO O TOTAL.

El filtraje de flujo total (FULL FLOW) ha sido casi unánimemente adoptado por los fabricantes de motores actuales. La tendencia hacia el filtraje de flujo total se ha desarrollado paralelamente con los motores de mayor potencia y alta velocidad, donde las tolerancias de fabricación son cada vez más ajustadas como asimismo el uso de películas delgadas en los cojinetes de antifricción.

Como la carga de los cojinetes aumenta año tras año, el espesor del metal antifricción sobre los cojinetes tiene que ser más y más fino, con el resultado de que los espesores hoy están alrededor de unas pocas milésimas de pulgada. En los motores antiguos el espesor de los metales blandos antifrictionante, era de 1/16 pulgadas o más en razón de que las cargas no eran tan altas para destruir la forma del cojinete.

Los cojinetes de los motores modernos debido a su finísima película de material de fricción, son muy delicados a las partículas grandes. Si a estas partículas se les permitiera entrar al cojinete, desgarraría los finísimos metales antifricción, provocando la abrasión tanto del cojinete como del cigüeñal. Este efecto es más somero por el hecho de que las mayores cargas que deben soportar los cojinetes, disminuyen el espesor de la película de aceite. Consecuentemente los nuevos motores son extremadamente sensibles a las partículas abrasivas grandes. A menos de que se tomen medidas preventivas, estos motores tendrán una vida de servicio relativamente corta.

La solución de este problema, ha sido la utilización de filtros de flujo directo, instalados en el sistema de lubricación del motor. Por este sistema todo el aceite que alimenta a los cojinetes a través de la bomba, debe de pasar antes por el filtro. El volumen suministrado de aceite, varía de 10 a 20 litros por minuto, por lo tanto el ritmo del flujo a través del filtro debe ser de 5 a 10 veces mayor que el que pasa a través de los filtros de flujo parcial. Esto se debe sencillamente a las limitaciones de espacio. Para tener una idea comparativa, diremos que los filtros de flujo total son aproximadamente del mismo tamaño que los del flujo derivado.

El filtro de flujo Total retiene:

- 1.- Gran parte de la suciedad abrasiva que queda en el motor durante su armado.
- 2.- Partículas de metal que se forman durante el proceso de asentamiento.
- 3.- Grandes partículas abrasivas que entran al motor a través del carburador y respiraderos.

El filtrado de todas estas partículas grandes da en los motores modernos una alta protección a los cojinetes y prolonga la vida del motor. Sin embargo las partículas abrasivas pequeñas tales como el carbón, las resinas, alquitranes, permanecerán en circulación y el aceite aparecerá contaminado. El resultado final será sin duda una reducción del desgaste adicional.

El filtro de flujo total está ubicado entre la bomba de aceite y los cojinetes. Una válvula de seguridad ubicada en el cartucho, en el filtro o en la base del filtro es necesaria para asegurar el suministro de aceite a los cojinetes aún en el caso de que el filtro o el cartucho lleguen a estar saturados. Esto puede ocurrir si el filtro no recibe el servicio que le corresponde en los debidos intervalos. La teoría que justifica esta válvula de seguridad es que es mejor suministrar aceite sin filtrar a los cojinetes que permitir que se fundan por falta del mismo.

La figura 7.6., demuestra un sistema básico de flujo total que usa un tipo de filtro con elemento reemplazable. Este sistema incluye una bomba de aceite con una válvula reguladora de presión, un filtro que recibe todo el aceite que provee la bomba a los cojinetes y una válvula de seguridad a presión, de modo que permita pasar aceite eludiendo el cartucho filtrante y llegar al sistema de lubricación del motor en caso de una determinada caída de presión a través del cartucho filtrante. La bomba de aceite tiene una capacidad adecuada de reserva para absorber el aumento de la demanda de aceite por el motor, a raíz del desgaste de los cojinetes. La válvula reguladora de presión está ubicada entre la bomba y el filtro y devuelve todo el exceso de aceite bombeado que no es inmediatamente regulado por el motor.

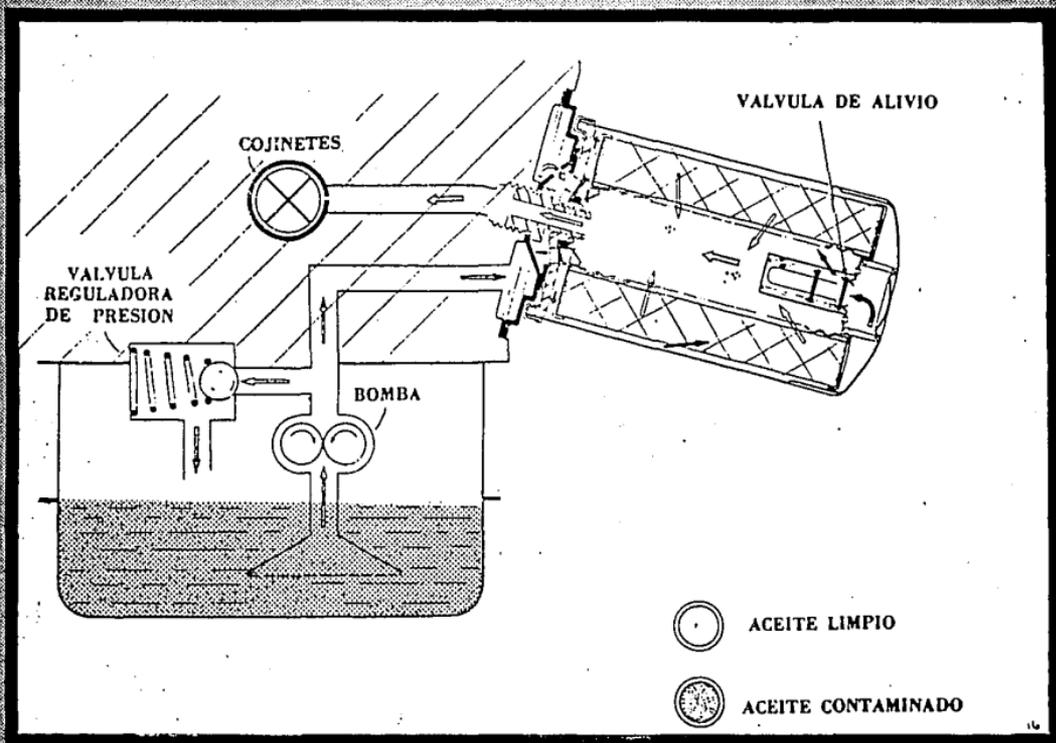


figura 7.6

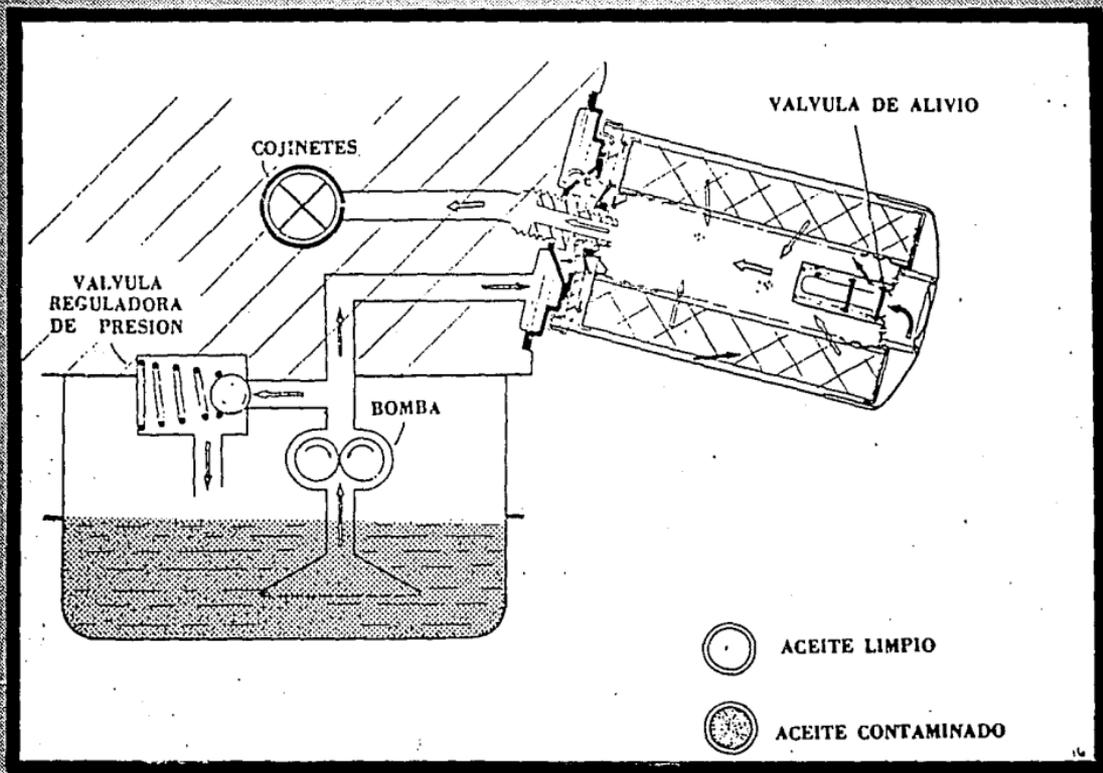


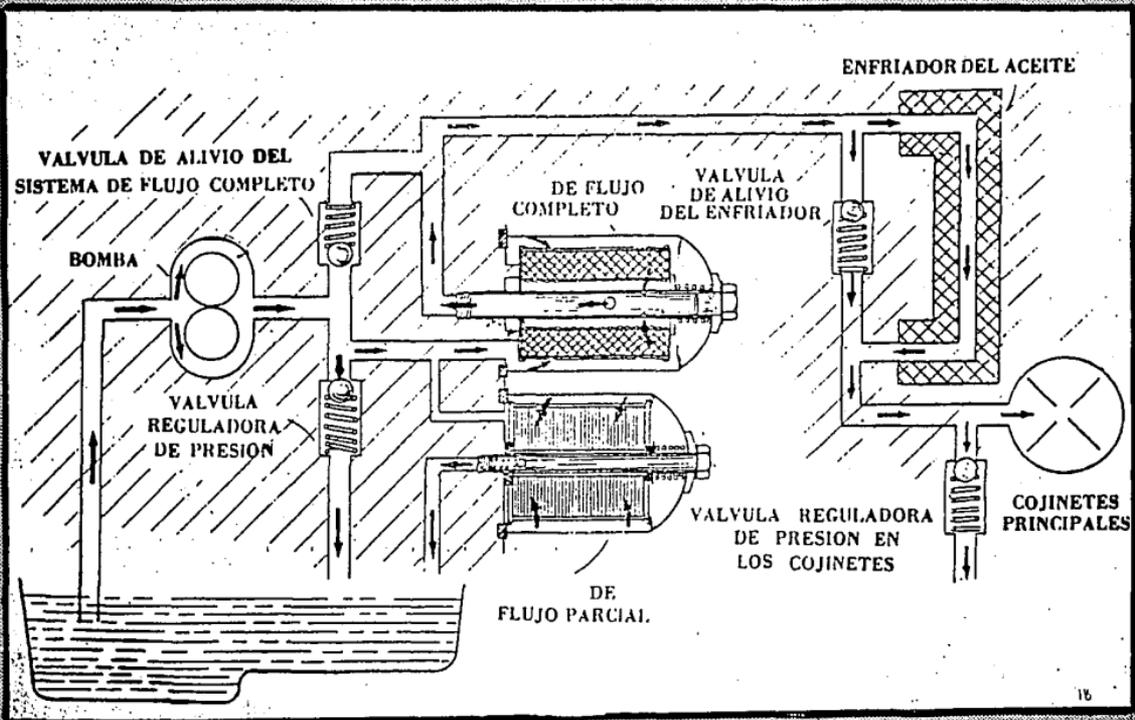
figura 7.6

La válvula de seguridad del filtro está ubicada en el tubo central del filtro. En operación, el aceite es tomado del cárter por la bomba de aceite y forzado bajo presión al cartucho del filtro. Pasa entonces a través del cartucho filtrante al tubo central y de allí a los cojinetes. Cuando el cartucho filtrante es nuevo la caída de presión a través del mismo es muy baja si la bomba provee un suministro completo.

Desde que la válvula de seguridad del filtro ha sido colocada para que actúe a partir del límite de presión pre-determinado, el cartucho filtrante puede absorber partículas de suciedad hasta que el flujo a través del cartucho sea restringido lo suficiente como para provocar la apertura de la válvula de seguridad. Desde este momento, algún aceite sin filtrar pasa de la bomba a los cojinetes. Si el cartucho no es cambiado a su debido tiempo, el cartucho filtrante continuará operando como un buen cartucho de flujo parcial con el resultado de que el aceite del cárter continuará siendo más y más limpio. El hecho infortunado con respecto a esta posibilidad, es que aunque el cárter esté siendo limpiado a un ritmo más rápido que antes, la válvula de seguridad está abierta y los cojinetes están recibiendo mayor cantidad de aceite sin filtrar y pueden ser dañados innecesariamente. Es por eso que es extremadamente importante que el cartucho de flujo total, sea cambiado en los períodos recomendados, aunque el aceite del cárter en ese momento esté aparentemente limpio. Si la válvula de seguridad se abre totalmente, toda la misión del sistema del flujo total desaparece.

La figura 7.6., muestra el sistema de flujo total con un filtro de unidad sellada muy conocidos en el ramo.

Algunos motores, normalmente los Diesel de gran tamaño, están equipados con dos filtros, uno en flujo total y el otro en flujo parcial. El sistema es llamado de filtración de aceite en "FLUJO COMBINADO", y es el sistema más efectivo para controlar la concentración de contaminantes. Es obvio que el espacio disponible no permite el uso de este sistema en automóviles de pasajeros.



## VII.5.- ELEMENTOS DE UN FILTRO.-

### VII.5.A.- TIPOS DE MEDIOS FILTRANTES.-

Los filtros vienen en una gran variedad de tamaños y formas, pero cada uno ha sido diseñado para proveer una protección máxima al motor bajo todas las condiciones de operación.

Hay dos tipos básicos de medios filtrantes utilizados en filtros de aceite: TIPO SUPERFICIE, y TIPO PROFUNDIDAD. La figura 7.11, muestra un corte de los varios componentes en un filtro típico de aceite de tipo sellado.

#### VII.5.A.1.- TIPO PROFUNDIDAD

Hecho con fibras de algodón, estopa, rayón, sisal, viruta, cáscara y otros componentes como elemento filtrante, pero estos materiales no permiten una filtración adecuada, ya que su área de filtración no es uniforme y permite la canalización por sus partes más débiles fig. 7.7

# MEDIO DE PROFUNDIDAD

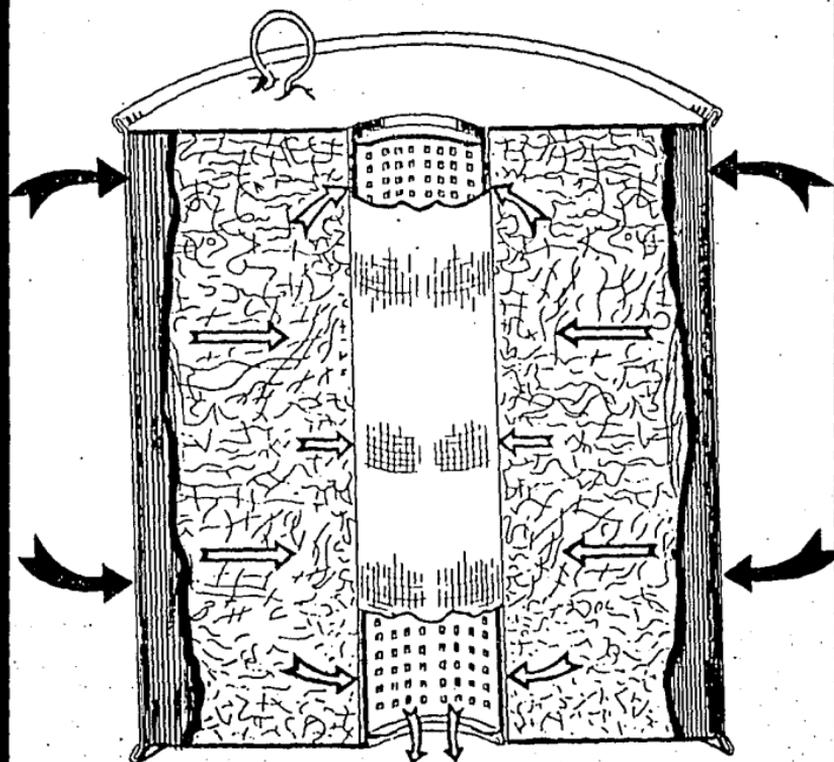


FIGURA 7.7

El medio filtrante está contenido en un cilindro de metal perforado, con las tapas de los extremos engargolados. Alrededor del tubo central se coloca un papel especial para prevenir que haya arrastre de fibras por el flujo de aceite.

Las técnicas de mezcla y proceso deben de producir un medio filtrante tan preciso que no permita las "canalizaciones ni el compactamiento para proveer los requerimientos de flujo recomendados para el motor en particular.

Algunos fabricantes, tratando de obtener una mejor filtración, rellenan los filtros de materiales tales como: algodón, estopa, rayón, sisal, etc., originando una sobre presión lo que obliga a que abra la válvula de seguridad y que pase el aceite sin filtrar arrastrando todas las impurezas.

Otras desventajas de estos filtros es que sus materiales tienden a irse comprimiendo hacia abajo, lo que deja un hueco en el extremo opuesto, por donde pasa el aceite sin filtrar.

Muchos de los filtros tipo profundidad, están fabricados con medios filtrantes que han sido tratados químicamente originándose reacciones con los productos químicos del aceite y de sus aditivos, cuando esto sucede, ni el aceite, ni el filtro podrán cumplir su misión de proteger las partes vitales del motor.

Una última desventaja es que los medios filtrantes de profundidad por contener gran cantidad de fibras, estas son incorporadas a la corriente del aceite, trayendo como consecuencia el riesgo de obstrucción de los ductos y venas de lubricación.

## VII.5.A.2.- TIPO DE SUPERFICIE

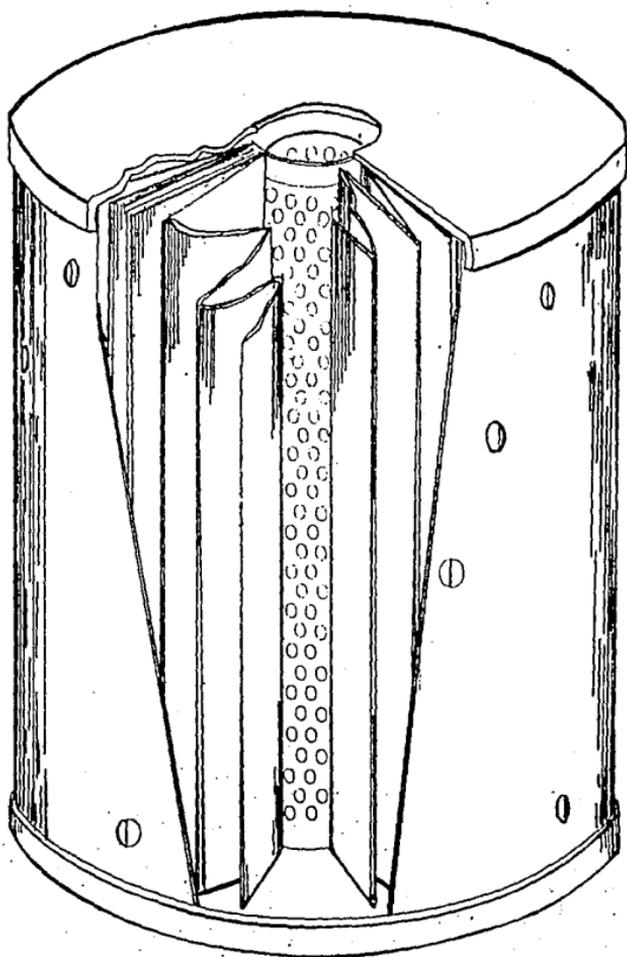
Generalmente, el medio filtrante utilizado en los filtros de tipo superficie, son de papel plisado en forma de acordeón y cubren una área de filtración mayor que los anteriores, de ahí su nombre de superficie.

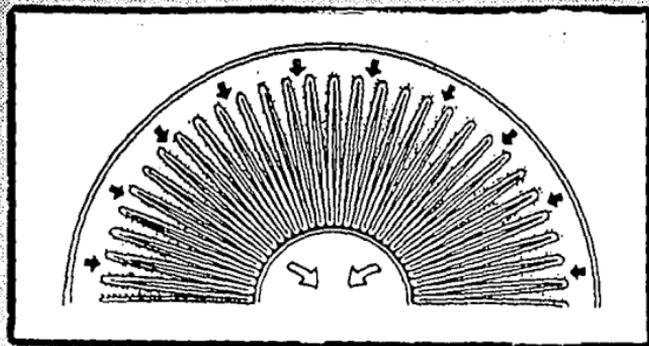
Los filtros de aceite utilizan como medio filtrante, papel plegado, teniendo una área de filtración de 2,338 cms. cuadrados como promedio; cinco veces mas que los de tipo profundidad, el papel filtrante es elaborado a base de celulosa y está impregnado de resina fenólica y es tratado térmicamente en horno, a una temperatura adecuada de 150 a 200 grados centígrados, para darles textura y preservarlos de los ácidos, agua, presión y cambios de temperatura del aceite, e inclusive para no verse afectados por los aditivos o anti-friccionantes.

Una cantidad insuficiente de papel filtro acorta grandemente la vida y la eficiencia del filtro, igualmente si el papel filtro se utiliza sin tratamiento. El papel filtro utilizado en la fabricación de los filtros de tipo superficie es de 12 a 15 micras, normalmente, y de 15 a 18 micras para filtros de combustible, instalados en motores diesel.

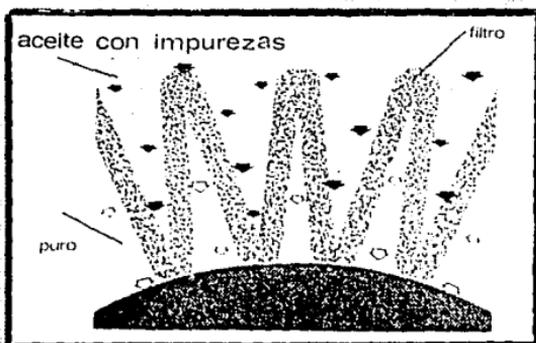
El aceite del depósito entra en el filtro fluyendo hacia la superficie de el papel, y pasa a través de los poros, dejando los contaminantes sólidos atrapados en la superficie. ( Fig. 7.9 ). Los poros microscópicos del papel permiten al aceite fluir a través de él, mientras atrapa contaminantes tan pequeños que son invisibles a simple vista. ( Fig. 7.10.)

# MEDIO DE SUPERFICIE

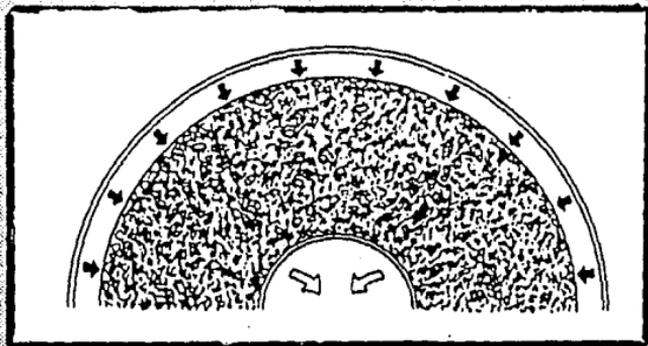




7.9



7.10



## VII.6.- FILTROS PARA ACEITE.

### VII.6.A.- FILTRO TIPO SELLADO.-

El más popular tipo de filtro de aceite utilizado hoy en día, es el "SELLADO ATORNILLABLE" se deriva del método utilizado para insatilar el filtro ó la unidad completa atornillándolo al vástago roscado que se encuentra en la base del motor, se "aprieta" y el trabajo esta completo.

La figura 7.11. muestra un corte de los varios componentes en un filtro típico de aceite sellado. El tubo central está hecho de acero perforado, fuerte, normalmente diseñado para tener una presión mínima de colapso de 50 libras por pulgada cuadrada, aunque para ciertas aplicaciones puede ser mayor. El papel filtrante especial, plisado, se coloca alrededor del tubo central, y éste soporta y mantiene el papel filtrante bajo condiciones de presión.

Tapas de metal sellan los extremos superior e inferior del papel plizado, utilizando un plastisol adhesivo superfuerte. La unión es virtualmente indestructible y forma un sello a prueba de fugas durante toda la vida del filtro. Los empaques de sello, cuando se requieren están unidos a las tapas de metal para proveer el 100% de filtración bajo todas las condiciones de operación.

También se usan dos tapas: Una gruesa que lleva la rosca para efectuar el apriete del filtro en el motor, hecha de acero de alto calibre para prevenir daños por presión, y la otra delgada, que efectúa el hermético sellado con el vaso de lámina del filtro y que además retiene un empaque.

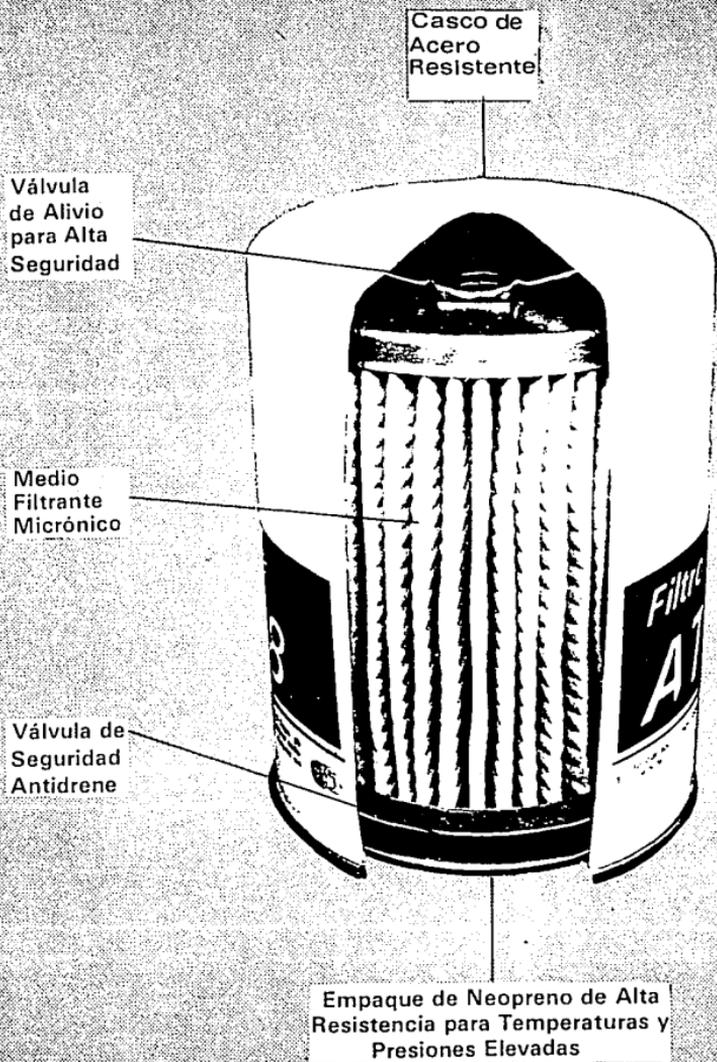


figura 7.11

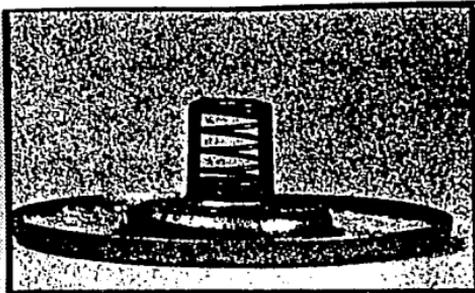
El contenedor o "Casco del filtro" es un cilindro de lámina de acero extra-fuerte abierto por un lado. Un muelle o resorte se incluye para mantener el elemento filtrante en la posición adecuada dentro del casco, al mismo tiempo hace que opere un diafragma de neopreno, o bien, una válvula antidren que se cerrará automáticamente cuando el motor se detenga, previniendo que el aceite escurra o drene del ensamble del filtro. La válvula antidrenaje se utiliza solo en aquellas aplicaciones donde es necesaria. Normalmente tendrán válvula antidrenaje aquellos elementos que se instalen verticalmente o inclinados en el motor.

Lo anterior permite que el motor, al ponerse en marcha, exista la lubricación instantánea y el filtro no se quede seco. Un mal funcionamiento de la válvula podría ocasionar serios daños al motor.

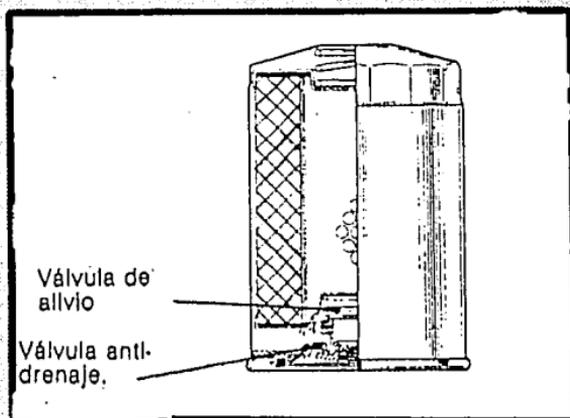
Cuando el sistema de lubricación del motor lo exige, los filtros sellados tienen una válvula de alivio o seguridad que abre de 0.50 a 0.70 Kg/cm<sup>2</sup> (7 a 10 Libras/pulgada en automóviles) y de 0.84 a 1.4 kg/cm<sup>2</sup>, (12 a 20.1 libras/pulgadas en tractores) de sobrepresión, cuando el área está saturada permitiendo el paso del aceite sin filtrar.

La válvula mostrada en la Fig. 7.12 es llamada "válvula al fondo"; el otro tipo es "válvula al frente. Figura 7.13. Ambos tipos de válvulas cumplen con la misma función, la de permitir el paso del aceite cuando el medio filtrante está saturado por contaminantes. Finalmente el ensamble del filtro, lleva un empaque que sirve de sello entre la base del motor y la base del filtro, evitando que haya fugas permanentes de aceite.

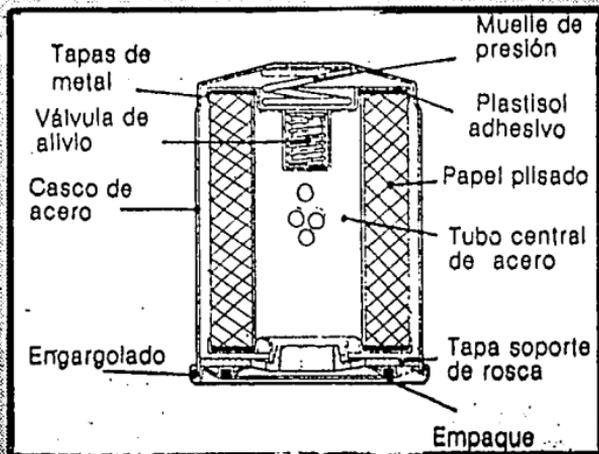
Todos y cada uno de los componentes de los elementos de los filtros fabricados, bote, tapas, diafragma, tubo central, juntas, papel plizado, y forro, deben ser desarrollados y fabricados bajo controles específicos para poder cumplir cualquier requerimiento de los fabricantes de motores.



7.12



7.13



## VII.7.- DIAGNOSTICO DE FALLAS PARA FILTROS DE ACEITE SELLADOS

### FILTROS SELLADOS CON FUGA EN EL ENGARGOLADO.

Una falla que es muy común en los filtros sellados es la fuga por el engargolado. esta se presenta en forma de "lagrimeo" o de un ligero escurrimiento de aceite, en la parte inferior del filtro.

La fuga se debe primordialmente, a que el ensamble entre el bote y la tapa inferior no ha sido realizado exitosamente. Esto origina que el sello hermético, producido por una máquina engargoladora, presente pequeñas grietas que facilitan el flujo del aceite de adentro del filtro hacia afuera. La figura 7.14., nos permite ver el sello hermético que debe de tener el filtro.

Son varias las causas que provocan este defecto. La más comun es que el diámetro de pestaña del bote, es más grande que el diámetro exterior de la corona; cuando lo adecuado es, que el diámetro exterior de la corona, sea dos veces mas grande que el diámetro de pestaña del bote.

Este defecto no ocasiona daños graves ya que el filtro no se llega a vaciar por esas grietas diminutas, además de que el aceite ahí acumulado se vuelve costra y sella inadvertidamente las grietas.

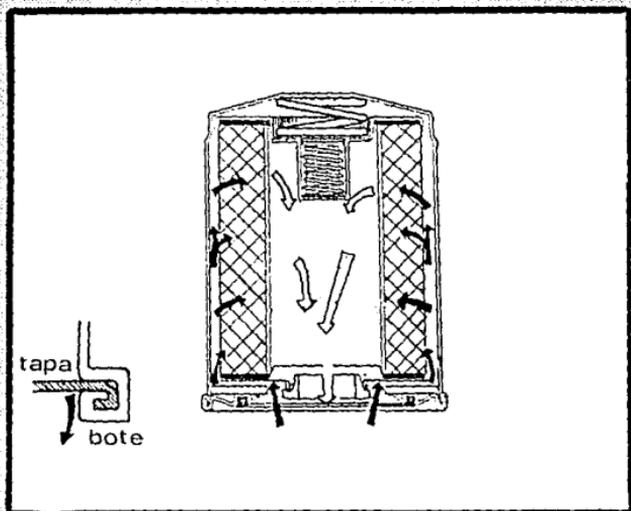
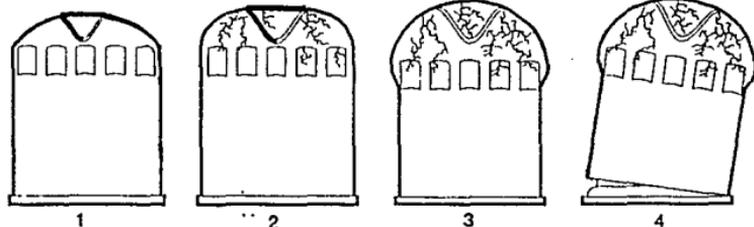


figura 7.14

## FILTROS SELLADOS INFLADOS.

Los filtros de tipo sellado están diseñados para soportar presiones aproximadamente cinco veces mayores que las normales en el sistema de lubricación.

En el caso de que una excesiva presión sea producida por la bomba de aceite, el filtro tipo sellado será severamente dañado y ocurrirán fugas, el aspecto exterior de un filtro al que se le aplica excesiva presión se ilustra en la fig. 7.16.



Este es el aspecto que presentan los filtros cuando son sobre presurizados. Esto debido a que la válvula reguladora de presión está obstruida ó cerrada.

En la Fig No. 1 se muestra al filtro en su apariencia normal de trabajo (50 Lbs./Pulg.<sub>2</sub>).

En la Fig. No. 2 se muestra como el filtro se empieza a deformar del domo a 150 Lbs./Pulg.<sub>2</sub>.

en la Fig. No. 3 se muestra como el filtro se deforma drásticamente del domo y en su construcción en general, esto ocurre aprox. a las 250 Lbs./Pulg.<sub>2</sub>.

en la Fig. No. 4 se muestra el filtro completamente desengargolado después de haber sido sometido a una presión de 350 Lbs./Pulg.<sub>2</sub>

Obviamente una válvula reguladora que permita excesiva presión en el filtro debe ser reparada o reemplazada inmediatamente. Los filtros sellados inflados no significan que estén defectuosos; indican una válvula reguladora defectuosa.

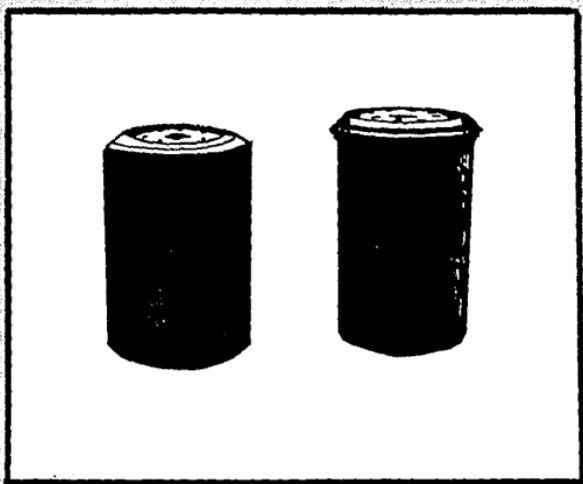


figura 7.16

## FILTROS SELLADOS CON FUGA DE ACEITE POR EL VASO.

Este defecto cuando se presenta, es señal inequívoca de un mal presagio ---- un lote grande de filtros puede estar contaminado----. La gravedad del problema radica en el tamaño del orificio que se presente, entre mas grande sea, es mas probable que se vacie el filtro. Pero también es muy raro que esto ocurra.

Su causa se debe, a la mala calidad de la lámina con que fué hecho el bote. Las láminas empleadas para la fabricación del bote se hacen a partir de aceros especiales en donde el principal componente es el carbón (un .95 %)

Al no tratarse termicamente bien la lámina, esta presentará residuos pequeñísimos de carbón sólido atrapados en su estructura. Al trabajarse este material defectuoso en prensas de embutido profundo, la lámina se deforma junto con los residuos de carbón, ocasionando que el metal se desgarre y provoque orificios tan pequeños que son imperceptibles.

Afortunadamente, Continental cuenta con equipo de pruebas que permiten la detección de este defecto conocido con el nombre de HOLE PIN, y también se cuenta con equipo de detección para el problema anterior de fuga por el engargolado. El equipo es un sistema neumático de prueba que proporciona una elevada presión de aire a través del filtro, previamente sumergido en una pila de agua, y detecta las fugas al presentarse un constante burbujeo.

## EL ELEMENTO FILTRANTE ESTA DESCENTRADO.

Si el elemento filtrante esta descentrado quiere decir, que al sacudir ligeramente al filtro, se produzca un golpe en el interior del bote debido a que el cartucho esta fuera de su sitio.

Este problema ocasiona además del reclamo consecuente, ( en caso de que se observe el defecto antes de montarse el filtro al motor ), que al instalarse el filtro "a la fuerza" el vástago roscado de la base del motor se atasque y la cuerda se barra, esto a su vez provocaría, que el remplazo de la unidad sellada se dificulte.

Básicamente este defecto es ocasionado por que la altura del cartucho no es la correcta, o bien que el resorte no está cumpliendo con su misión de comprimir al cartucho correctamente. Las causas que provocan esta desviación son estudiadas a detalle en el capítulo diez.

Una sobrepresión de la bomba de aceite provocará que el filtro se deforme tanto en la cara superior como en la inferior, la deformación del vaso ocasionará también que el elemento filtrante se mueva de su sitio.

## FUGA DE ACEITE POR LA JUNTA:

Cuando el filtro presenta una junta inadecuada, ( mas ancha, mas alta, muy dura ), es muy posible que se complique el apriete del filtro en la rosca de la base del motor. El apretar un filtro con una junta defectuosa ocasiona que el sello de la misma sea deforme, es decir, que la junta presentará ondulaciones tanto en la superficie de la base como en la cara inferior del filtro. Por estas ondulaciones fluirá el aceite del filtro hacia el exterior. Ver figura 7.17.

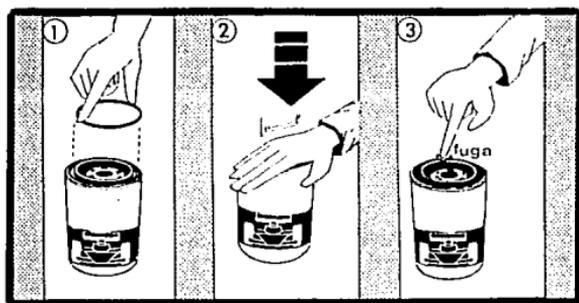


figura 7.17

El problema de la junta se identifica una vez que ha sido colocada en la caja de la tapa inferior, si la junta se cae con facilidad, es señal de que la junta está defectuosa. En el peor de los casos, puede que sea la caja de la tapa, la que presente un diámetro de alojamiento más pequeño que el diámetro exterior de la junta.

Un buen Control Estadístico de cada uno de estos elementos, servirá para evitar que el problema y sus futuras consecuencias aparezcan una vez que ha sido instalado el filtro.

## FILTROS COLAPSADOS.

Los filtros de aceite de flujo completo, están siempre protegidos por una válvula de alivio de seguridad. Cuando se encuentre un filtro con el defecto del tubo central colapsado, es probablemente causado por una válvula de alivio con funcionamiento defectuoso.

La mayoría de las válvulas están diseñadas para manejar adecuadamente los requerimientos de flujo del sistema, y la máxima presión de apertura en los motores de gasolina es de 7 a 10 libras sobre pulgada cuadrada .

Los tubos centrales, que son el soporte del cartucho, están diseñados para soportar un mínimo de 100 libras, por pulgada cuadrada.

Si un tubo central se colapsa es muy posible que se desgarré el papel filtrante debido a la excesiva presión del motor, al desgarrarse el papel, partículas diminutas del mismo serán las responsables de dañar seriamente el motor.

## FUGA DE ACEITE POR LA CUERDA.

Este defecto es muy difícil que se presente y generalmente está combinado con el defecto de la fuga de aceite por la junta. Esta combinación se explica únicamente cuando la fuga viene del interior del filtro hacia la base del motor debido a que el vástago del motor se encuentra muy gastado o barrido. Un escurrimiento de aceite a través de la luz de las cuerdas se apreciaría si el flujo de aceite se transmite hacia afuera de la base a través de la junta.

Puede ocurrir también que los filtros estén mal identificados por no llevar la cuerda recomendada para cada tipo de filtro. Este problema puede ser fácilmente identificado en fábrica al probar cada tapa, con un "gage de cuerdas" y cuidando que se lleve un control estricto en el machueado de la tapa. Pero si se combinan la falta de control y la negligencia del maestro mecánico al colocar un filtro de estas características, traería resultados muy costosos que afectarían a la vida del motor.

Es por esto que se debe de instalar un tipo de filtro adecuado para cada modelo de automóvil; la vida útil de cualquier filtro depende también de seguir religiosamente las especificaciones de los fabricantes de motores.

# CAPITULO

## VIII

## VIII.- MARCO CONCEPTUAL DE LA EMPRESA.

### VIII.1.- ANTECEDENTES.

El objetivo de este capítulo, es mostrar al lector, la evolución y los alcances de una empresa mexicana fabricante de filtros automotrices.

Brevemente, se repasará un poco de la historia y de algunos datos relevantes de la compañía a la cual debemos sus consideraciones para poder efectuar este estudio.

A partir de 1963, arranca la carrera ascendente de una de una de las ocho compañías dedicadas a la fabricación de filtros automotrices. "FILTROS AUTOMOTRICES CONTINENTAL, S.A." En esa fecha, la vida de la compañía se desenvolvía principalmente en la compra y venta de filtros refaccionarios para automóviles.

Desde entonces, la idea de su fundador, Dn. Juan Fons Escalante era la de consolidar una fábrica que hiciera su propia marca de filtros automotrices y que al mismo tiempo, pudiera ser autosuficiente para poder adquirir sus materias primas. La idea que se proponía era un tanto cuanto aventurada, pero el carácter emprendedor de este industrial, así como las condiciones y facilidades económicas que se presentaban en México en ese entonces, favorecieron a que este sueño no se hiciera esperar.

Para 1966, la compañía empezó a hacer sus propios filtros, dando lugar a una nueva empresa hasta ahora denominada como: CIA. MANUFACTURERA MEXICANA CONTINENTAL S.A. de C.V.

En 1968, Continental trae de E.U. tecnología nueva para producir filtros de aire. Como base, se adquiere un horno con el triple de capacidad, un consumo menor de combustible, y un tiempo de cocimiento más rápido y más exacto, en comparación con el viejo horno de barro tan impráctico y tan ineficiente.

El año de 1970 fuè un año de buenas acciones y buenos dividendos. En este año se adquiere una fabrica especializada en la elaboroación de Plastisoles. Este material es un producto básico de primer nivel para poder elaborar cualquier tipo de filtro.

Para este mismo año, se empieza a construir una nueva línea, se empiezan a fabricar filtros de aceite y combustible para automóviles, camiones y tractocamiones.

A partir de este año, Continental ha seguido una serie de estrategias y lineamientos administrativos muy favorables dirigidos acertadamente por Dn. Felipe Fons Garcia los movimientos estratégicos se encaminan, muy en concreto, hacia la integración horizontal de la compañía, y hacia la mejora continua del producto.

Así en 1972, la compañía adquiere una Imprenta especializada en la producción de cajas plegadizas, y en 1974, compra también una distribución importante de láminas y recubrimientos metálicos.

Dos años más tarde, la tecnología se hace presente en la fábrica, al traer de E.U. una máquina que permite inspeccionar los filtros de aceite en un 100% dentro de la misma línea de producción. Ahorrándose muchísimo trabajo y sobre todo, se asegura así la calidad del producto.

Unido a todo esto, una serie de proyectos exitosos se han cosechado, tal es el caso más reciente, de la aceptación por parte de FORD MOTOR COMPANY de ser proveedor oficial de filtros automotrices para refacciones MOTORCRAFT.

La calidad juega desde entonces un papel de primerísimo orden en la compañía ya que todo el éxito de este proyecto se sustenta en conservar los niveles alcanzados y en tratar de mejorarlos. En un futuro, se piensa exportar estas refacciones a todo el mundo bajo el nombre y el prestigio de FORD. Se intenta también, no solamente ser proveedores de refacciones, sino también fabricantes de partes originales.

Siguiendo esta misma línea de expansión industrial, se crea finalmente en 1988, una nueva compañía que vendría a ser el complemento de lo que Continental necesitaba, fabricar la línea de filtros de aire para servicio pesado y servicio industrial bajo el nombre de MOTOR-FILTER S.A. de C.V.

Estos filtros por sus dimensiones - que llegan a tener hasta 1m. de diámetro por 2m. de largo - requieren de una fabricación especial, por lo que se adquirió maquinaria y tecnología especializadas.

Serán pues, el trabajo constante en la calidad del producto y el tiempo los que logren formalizar estos proyectos ambiciosos, que colocarían a Continental en un primer plano con respecto al resto de los fabricantes de filtros a nivel nacional. A sí mismo lograrla, entre otros objetivos, la globalización e internacionalización de un producto hecho en México, y se uniría al concepto de modernización y apertura que esta viviendo el mundo actualmente.

#### VIII.2.- TAMAÑO Y ALCANCES:

Manufacturera Mexicana Continental queda ubicada dentro de la Industria Mediana y Grande, pues rebasa el límite de empleados necesarios para ser considerada en esta categoría industrial que es de más de 100 empleados (182 empleados), siendo esta forma de clasificación muy comúnmente utilizada.

El Área total de Continental es de aproximadamente 3 MIL metros cuadrados, entre planta y oficinas, a continuación se enlistarán los diversos departamentos del Área productiva.

Manufacturera Mexicana Continental, está formada por cinco naves industriales, cada una conformada por líneas diversificadas que le permiten la elaboración de los diferentes tipos de filtros.

Así la nave 1; se especializa en la producción de filtros de aire para modelos VU o bien, filtros que presentan una configuración cuadrada y rectangular. La línea tiene la capacidad de producir en promedio, hasta 7 mil filtros diarios.

La nave 2; es básicamente el área de troquelado, en ella se realiza la transformación de la lámina, que es la materia prima que necesitan las troqueladoras, para convertirse en las partes metálicas que requiere cada tipo de filtro.

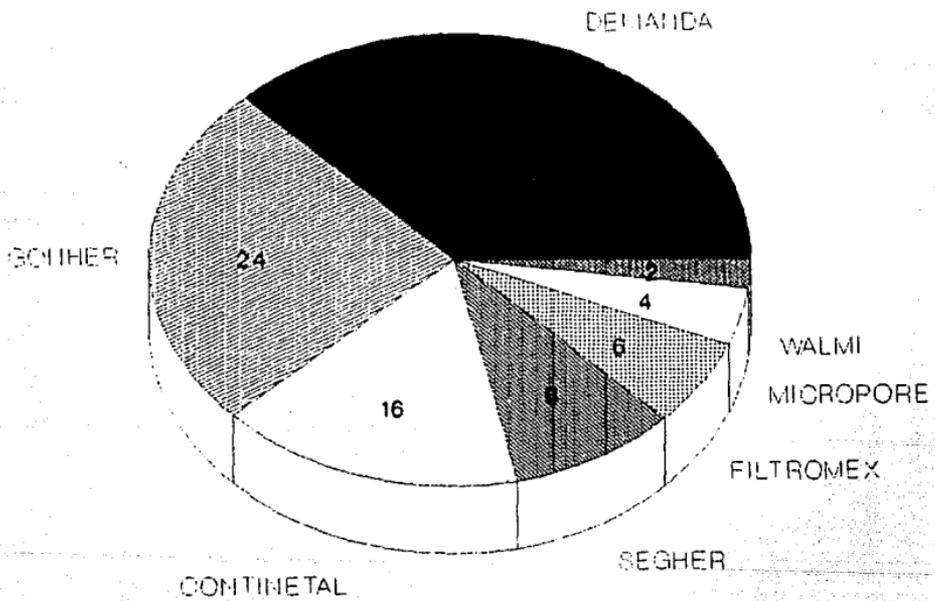
La nave 3; esta dedicada a la producción de filtro de aceite y abarca desde la manufactura del cartucho o elemento filtrante, hasta el ensamble mismo del filtro pasando por la máquina que prueba a cada uno de los filtros que son producidos. Esta línea tiene la capacidad de hacer en promedio unas 7 mil piezas diarias, incluyase aquí la posibilidad de hacer hasta 5 cambios de modelos diferentes.

La nave 4; es la responsable de hacer los botes necesarios, para que la producción de filtro de aceite nunca llegue a parar. Esta línea contiene en su mayoría unas máquinas gigantes de embutido profundo, conocidas con el nombre de Body Makers. Estas máquinas transforman la lámina, a través de una serie de golpes, para convertirla en el bote que contendrá, previamente ensamblados, al elemento filtrante.

La nave 5; es la más antigua y esta encargada de hacer el filtro de aire pero de tipo redondo. Esta nave contempla el trabajo de dos líneas que en promedio realizan unas 15 mil piezas diarias.

Además, cuenta la compañía con un taller mecánico, dos talleres de mantenimiento, un laboratorio eléctrico, un laboratorio de pruebas, un laboratorio para C.C., un nave más para almacen de producto terminado y otra más para el almacén de Materia Prima.

# OFERTA CONTRA DEMANDA DE FILTROS.



Continental actualmete cubre una parte de las necesida - des que tiene México para producir filtros. Manufacturera Mexicana Continental, constituye en si, una actividad indus - trial bien definida que participa conjuntamente con otro tipo de actividades productivas en la integración del productò in - terno bruto nacional, y en la industria nacional automotriz.

El desarrollo de un país depende del apoyo que se le de a la industrialización puesto que ésta constituye la estruc - tura básica para impulsar y lograr mejores niveles de progre - so en las diferentes áreas de la actividad.

Además es un factor determinante dentro del proceso pro - ductivo, ya que genera riqueza y absorbe mano de obra, lo cual es un aspecto por demás importante, pues en nuestro país es precisamente la mano de obra lo que está aumentando pro - gresivamente

Continental representa 25,500 Millones de pesos anuales y abastece el mercado con unos 13 millones de filtros al año. El HOLDING que representa está formado por ocho empresas que son: MOTOR-FILTER S.A. de C.V.

PLASTISOLES ESPECIALIZADOS CONTINENTAL, S.A. de C.V.

MUNECAS CONTINENTAL, S.A.

IMPRESOS CONTINENTAL, S.A. de C.V.

LAMINAS CONTINENTAL, S.A. de C.V.

CERAMICAS CONTINENTAL, S.A. de C.V.

EXTINGUIDORES CONTINENTAL, S.A. de C.V.

CONTROL E INFORMATICA CONTINENTAL, S.A. de C.V.

Estos alcances han hecho que Continental se situé en un segundo lugar estratégico dentro del mercado de filtros auto - motrices, sus demás competidores son en orden de importancia:

1. GONHER
2. CONTINENTAL
3. SEGHER
4. MICROPORE

5. CONVIKER
6. FILTROMEX
7. ATSA
8. WALMI

En México existe un gran impulso a la industrialización de autopartes y como respaldo a ello se han reglamentado y dictado leyes que favorecen su crecimiento y desarrollo.

# CAPITULO

## IX

## IX.- NATURALEZA DEL PROBLEMA.

La empresa industrial recibe numerosas señales de alarma que indican fallos de calidad específicos y problemas planteados por los productos a determinados clientes. Estas señales deben recibir un tratamiento adecuado para mantener buenas relaciones con los clientes. Cuando los gastos son considerables o existe el riesgo de perder un cliente importante, el asunto es de preocuparse y debe ser objeto de atención a los más altos niveles.

En el análisis de ventas, una disminución de las mismas trae implícitos muchos factores que tienen que ver con el precio, fecha de entrega, y calidad. Este último factor incluye los parámetros habituales de aptitud para el uso.

Debemos estar concientes de la existencia de una reputación de calidad positiva, ya sea de productos de consumo o de bienes de capital, en su más alto valor. El consumidor puede recordar el comportamiento de los productos del fabricante, cuando este recuerdo es bueno, el consumidor aprende a fiarse de aquel fabricante. Esta es la mejor base de una reputación de calidad.

El valor de esta reputación de calidad se ve resaltado, ahora y por siempre, por algún fallo catastrófico, por ejemplo; un fabricante Japonés de productos lácteos tuvo en un tiempo el 70% del mercado nipón de leche en polvo para niños. Un lamentable error produjo la muerte de muchos niños y la enfermedad de miles. Su participación en el mercado bajo a menos del 10%.

Ahora bien, el ejemplo anterior sería equiparable, solo que en dimensiones no tan crudas, con la pérdida parcial o total del motor de un automóvil cuando el daño es ocasionado por un filtro de aceite defectuoso.

En otro sentido, la reputación de calidad de la industria relojera suiza ha sido un activo industrial y nacional, durante siglos.

El término "reloj Suizo" es sinónimo internacional de precisión. Lo anterior demuestra que la reputación de calidad fomenta o anquila el desarrollo económico de la empresa, ya que da la entrada a nuevas líneas bajo una misma marca con pronósticos de éxito.

Tal es el caso de la Cia. Manufacturera Mexicana Continental, que en poco tiempo ha recibido varias señales de alarma que tienen que ver con los fallos del producto en el campo y que tienen que ser atendidos antes de que se produzcan reacciones negativas que afecten profundamente la posición económica y el prestigio de la compañía.

El análisis de estos fallos y su tratamiento se estudian en los capítulos siguientes. Corresponde a este capítulo mencionar que son muchas las empresas las que presentan los mismos síntomas, y conceptualizar que estas señales de alarma producidas por fallos determinados de los productos en servicio, pueden ser tratados mediante las herramientas estadísticas básicas del control integral de calidad.

Así un análisis de Pareto aplicado a fallos, quejas, reclamaciones, devoluciones, etc., sirve para identificar un número reducido de problemas fundamentales de calidad que son las causas de la mayoría de estas señales de alarma. Y un análisis detallado de las ventas, volumen, tendencia, nos determina:

- \* DISMINUCION DE LAS VENTAS POR RAZON DE CALIDAD
- \* AUMENTO DE LAS VENTAS POR RAZON DE CALIDAD

La gran importancia de una buena calidad hace ver a las compañías que deben de emprender los pasos necesarios para alcanzarla.

# CAPITULO

## X

---

## **I.- PROBLEMA RESUELTO.**

### **I.1.- SOLUCION DEL PROBLEMA EN BASE AL METODO TOP'S APLICANDO LAS SIETE HERRAMIENTAS BASICAS.**

#### **ETAPA 1: IDENTIFICAR EL PROBLEMA.**

En esta etapa se debe determinar un objetivo y especificar las razones por las cuales se seleccionó ese problema. Los diagramas de Pareto, los histogramas y las gráficas que complementen la elección del problema, son utilizados en esta fase.

La compañía Manufacturera Mexicana Continental registra en sus últimos seis meses de labores, diferencias dentro de sus filas tales como:

Decremento en las ganancias por 70 millones mensuales.

Perdida de clientes potenciales.

Drástico incremento de las devoluciones de un 14% en Enero, a un 23.9% en Marzo.

Aumentaron las reclamaciones de los clientes.

Miedo generalizado entre vendedores y clientes.

Aumento explosivo en el area de rechazos de producto terminado.

Debido a la magnitud del problema, la Dirección exhortó a todos los niveles de la empresa, a solucionar los problemas que en su area le corresponden.

Conforme lo anterior, el departamento de Control de Calidad inició la estrategia de reducir el número de defectos en los productos. Así, mediante la recuperación y el análisis del producto defectuoso, se podrán establecer las causas más comunes que originan el mal funcionamiento o la inadecuación de los productos, una vez establecidas las causas, se procederá a mejorar la calidad de los filtros.

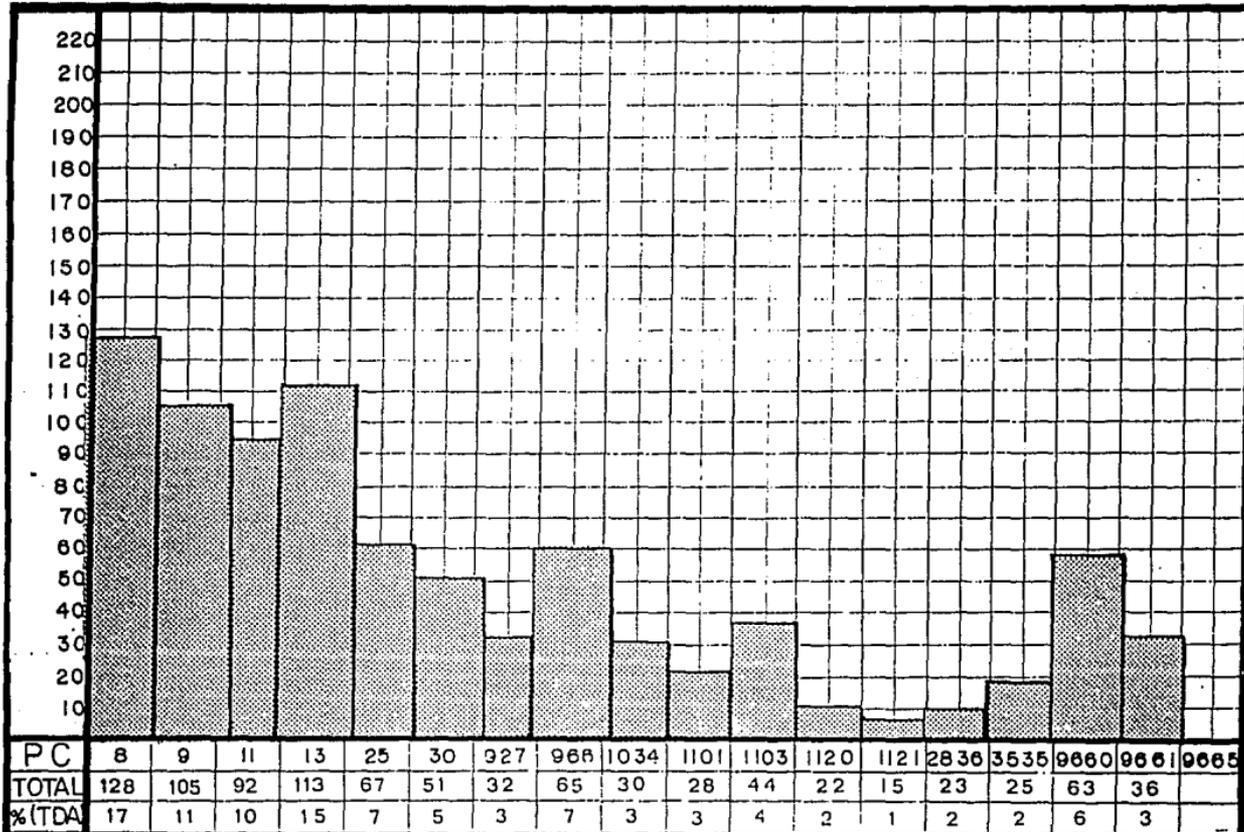
Esto significa, que se deben verificar los procesos de manufactura de acuerdo a los requerimientos del diseño, desarrollar un nuevo plan de control para asegurar que estos requerimientos sean mantenidos y revisar el potencial de los procesos para evaluar la habilidad de los equipos. Una vez alcanzados estos objetivos, se puede incrementar la cantidad de productos fabricados que cumplirán con las especificaciones de calidad a la primera intención.

Estas fueron las razones por las que el departamento de Control de Calidad se movió hacia la búsqueda de la solución del problema, ya que de continuar produciendo y vendiendo productos sin calidad sería eminente el deterioro del prestigio que sustenta a la compañía.

Las gráficas que se presentan a continuación, son el resultado del análisis de las devoluciones efectuado por Control de Calidad, para la primera mitad del año.

Como estudio estadístico preliminar, se puede apreciar en estas gráficas que el filtro PC-B tiene una gran reincidencia, así como un número elevado de reclamaciones.

Ante este hecho, y ya que algunas características de calidad se repiten para todos los modelos de filtros para aceite, se tomó esta unidad sellada como cabeza y ejemplo para poder estudiar los demás números.



## ETAPA 2: COMPRENDER LA SITUACION ACTUAL DEL PROBLEMA.

Después de especificar las razones por las cuales se seleccionó el problema y de establecer el objetivo, el siguiente paso es comprender cual es la situación del elemento en estudio con respecto al problema, lo que nos permitirá hacer un mejor análisis, solucionar el problema y finalmente confirmar el efecto de la mejora.

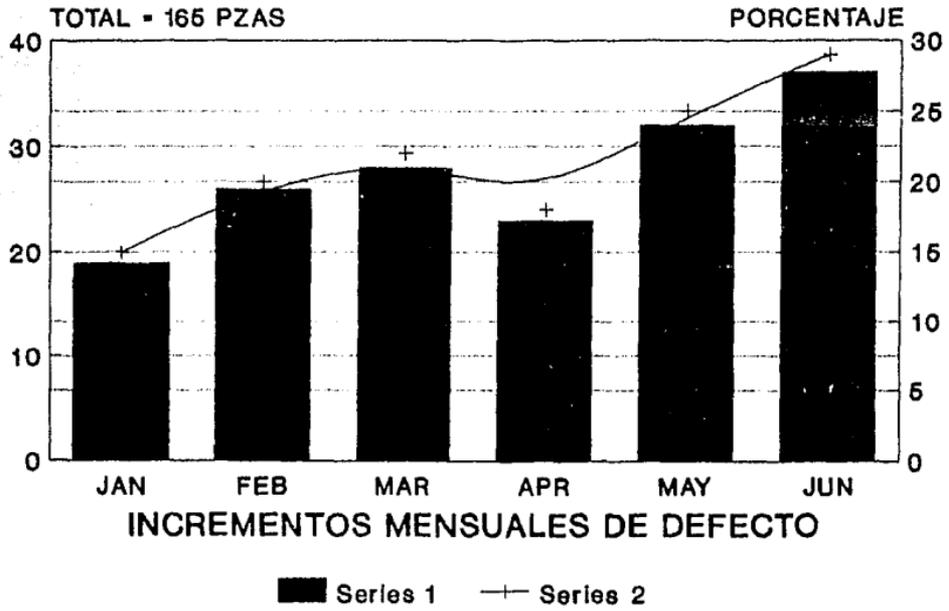
Hasta el momento se han utilizado en forma general datos y hechos estadísticos preeliminares correspondientes a los diferentes tipos de filtros para aceite. En esta segunda etapa, se empleará la información colectada exclusivamente para el filtro PC-8 Continental.

Una gráfica previa nos muestra como han evolucionado las devoluciones del filtro con respecto al tiempo. Nos permitirá conocer la forma de distribución de la característica que esta en estudio, o bien, el comportamiento del producto en la operación. Ver histograma 10.1.

Esta gráfica de barras o histograma 10.1. nos enseña el comportamiento de las devoluciones del filtro ya mencionado a lo largo del periodo que comprende desde el mes de Enero al día 18 de Junio de 1990.

Se puede apreciar también un comportamiento irregular en cada periodo, mientras en el mes de Enero se despega con un porcentaje del 14.7, para la mitad del año se cierra con un exagerado 27.17% de devoluciones. Algunos esfuerzos prematuros no fueron suficientes para reducir el problema, así se observa un ligero decremento del 5.7% en el mes de Mayo.

# PORCENTAJE DE DEFECTOS PARA PC-8 SOBRE LAS DEVOLUCIONES



Esta gráfica nos da una señal de alarma; "de continuar esta tendencia tendremos mas problemas", por lo que es necesario tomar una solución inmediata.

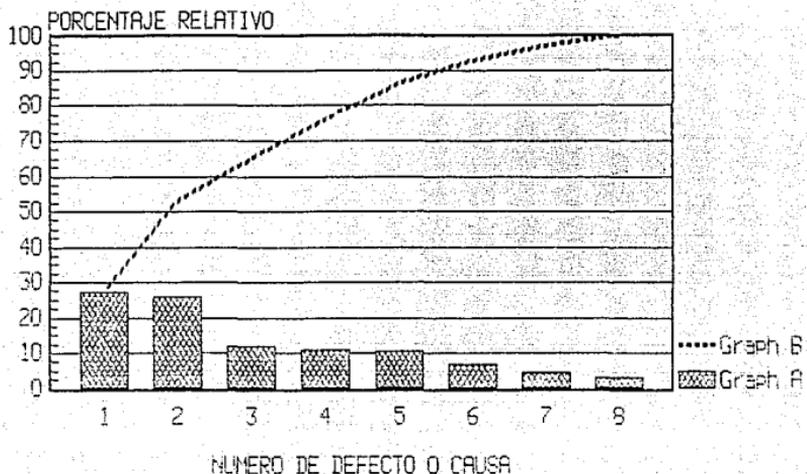
Otro paso en el análisis de problemas consiste en construir un diagrama de Pareto. En seguida se muestra el diagrama de Pareto correspondiente al número de artículos defectuosos encontrados al inspeccionar un lote de 31 MIL filtros del modelo PC-8 para aceite, ver diagrama 10.2.

En el eje horizontal encontramos los tipos de defectos o características fuera de especificación, que son los factores que causan que las piezas se consideren defectuosas. Tales tipos de defectos fueron estudiados en el capítulo siete. Los defectos que muestra el diagrama de Pareto son: Elemento descentrado, fuga por la junta, rebaba en orificios colectores, filtros golpeados, mal ajuste en la base, fuga por el engargolado, cuerda inapropiada, válvula inoperante, fuga por la cuerda. En ese orden cada barra representa un tipo diferente de defecto; y su altura, la frecuencia del defecto, localizando al de mayor ocurrencia a la izquierda y por consiguiente al de menor importancia a la derecha.

En este caso, el elemento descentrado es la causa mas importante, pues contribuye con un 27.15% en el problema. El siguiente factor en importancia es el de la fuga por la junta pues aporta un 25.72% al defecto. El diagrama de Pareto indica cual o cuales causas del fenómeno en estudio deben atacarse primero, en terminos de su contribución al problema, para eliminar defectos y mejorar las operaciones.

Al formar esta lista de los factores que afectan a un proceso o sistema, se pone de manifiesto que solo un pequeño número de causas contribuyen a la mayor parte del efecto y que las cuasas restantes tienen una mínima participación en el fenómeno. El objeto de analizar un diagrama de Pareto es identificar las cuasas principales y, en función de ello, establecer un orden de importancia permitiendo un mejor aprovechamiento de los recursos, canalizando eficazmente los esfuerzos de las personas que intervienen para atacar las causas mas importantes ya que si se consigue hacerlas disminuir o desaparecer, se logrará una reducción significativa en la magnitud del problema.

DIAGRAMA DE PARETO  
PARA UN LOTE DE 31000 FILTROS



MANUFACTURERA MEXICANA CONTINENTAL S.A. DE C.V.

UNIDAD SELLADA PC-8  
FILTROS INSPECCIONADOS: 31987  
FILTROS DEFECTUOSOS: 2924

PERIODO: FEBRERO-ABRIL  
%BUENO = 90.83  
%MALO = 9.17

|                                   | FRECUENCIA | %ABSOLUTO | %RELATIVO | %REL.ACDM. |
|-----------------------------------|------------|-----------|-----------|------------|
| 1. ELEMENTO DESCENTRADO           | 794        | 2.49      | 27.15     | 27.15      |
| 2. FUGA POR JUNTA INADECUADA      | 752        | 2.36      | 25.72     | 52.87      |
| 3. REDABA EN ORIFICIOS COLECTORES | 352        | 1.10      | 12.04     | 64.91      |
| 4. FILTROS GOLPEADOS              | 321        | 1.01      | 10.98     | 75.89      |
| 5. MAL AJUSTE EN LA BASE          | 301        | 0.94      | 10.30     | 86.19      |
| 6. FUGA POR EL ENGARGOLADO        | 191        | 0.60      | 6.53      | 92.72      |
| 7. CUERDA INAPROPIADA             | 127        | 0.40      | 4.34      | 97.06      |
| 8. VALVULA INOPERANTE             | 86         | 0.27      | 2.94      | 100.00     |
| TOTALES:                          | 2924       | 9.17      | 100.00    |            |

Un segundo diagrama de Pareto, estimula las acciones encaminadas a la solución del problema, tiene el fin de confirmar los datos anteriores y eliminar probables descuidos de medición, proporciona una información mas veraz y oportuna.

Puede apreciarse en el diagrama 10.3, que el número de ocasiones en que se presenta el defecto, disminuye casi a la mitad. Esto se debe a que se cierran los intervalos de tiempo de 30 a 15 días, y la inspección se hace mas estrecha.

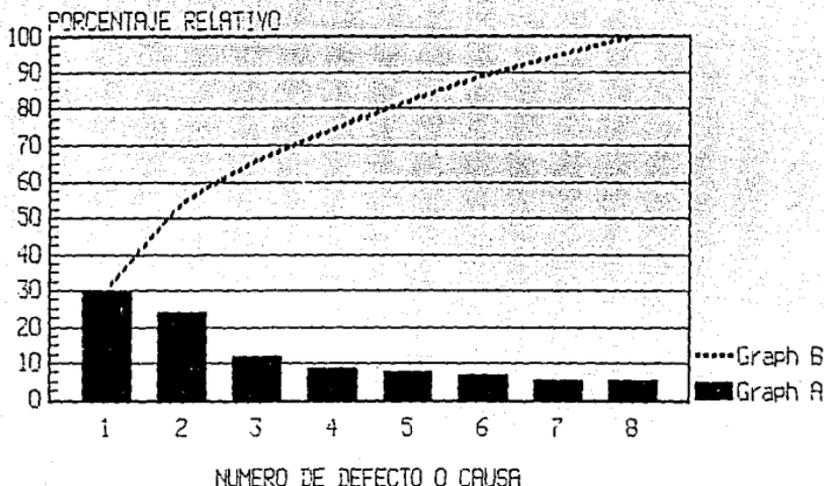
De esta forma la causa mas importante de las devoluciones sigue siendo el elemento descentrado con un 29,9%. Le siguen en importancia las fugas por la junta al 24.8% del total de los defectos.

Un cambio importante se puede apreciar en la barra 4 correspondiente a los filtros con "golpeados", mientras en el diagrama anterior este defecto se mantenía con un 10.98 ahora con el nuevo diagrama, se ve un decremento del 5.54%. El cambio anterior, hace que el defecto reste su importancia, lo que le sitúa ahora del lado derecho del diagrama.

Estos cambios repentinos nos indican que una acción inmediata de tipo correctiva (RI) se puso en marcha. Pero no basta con ello, se deben de investigar las verdaderas causas y prevenir su recurrencia (PR) para poder eliminar la totalidad del problema.

Dependerá del analista la decisión de que estos problemas que involucran acciones correctivas inmediatas, sean atacados a la menor brevedad posible, con el fin de eliminar un punto de la totalidad de los defectos, o bien, el desviar su atención hacia aquellos puntos que suman la totalidad de los defectos. Es decir, que no importa que las características de calidad con problema deban ser resueltas de izquierda a derecha del Pareto, en orden de su frecuencia. Este asunto es, en el mejor de los casos, subjetivo ya que depende del analista el que le de mayor peso a esta o aquella característica, según la conveniencia de la compañía.

DIAGRAMA DE PARETO  
PARA UN LOTE DE 31000 FILTROS



MANUFACTURERA MEXICANA CONTINENTAL S.A. DE C.V.

UNIDAD SELLADA PC-8  
FILTROS INSPECCIONADOS: 13300  
FILTROS DEFECTUOSOS: 1030

PERIODO: MAYO  
%BUENO = 92.30  
%MALO = 7.70

FRECUENCIA %ABSOLUTO %RELATIVO %REL.ACOM.

|                                   |       |       |        |        |
|-----------------------------------|-------|-------|--------|--------|
| 1. ELEMENTO DESCENTRADO           | 308   | 2.30  | 29.90  | 29.90  |
| 2. FUGA POR JUNTA INADECUADA      | 248   | 1.85  | 24.08  | 53.98  |
| 3. REBABA EN ORIFICIOS COLECTORES | 120   | 0.90  | 11.65  | 65.63  |
| 4. MAL AJUSTE EN LA BASE          | 91    | 0.68  | 8.83   | 74.46  |
| 5. FUGA POR EL ENGARGOLADO        | 81    | 0.61  | 7.86   | 82.32  |
| 6. CUERDA INAFROPIADA             | 70    | 0.52  | 6.80   | 89.12  |
| 7. FILTROS GOLFEADOS              | 56    | 0.42  | 5.44   | 94.56  |
| 8. VALVULA INOPERANTE             | 56    | 0.42  | 5.44   | 100.00 |
|                                   | ===== | ===== | =====  |        |
| TOTALES:                          | 1030  | 7.70  | 100.00 |        |

### ETAPA 3: SELECCIONAR LAS CAUSAS.

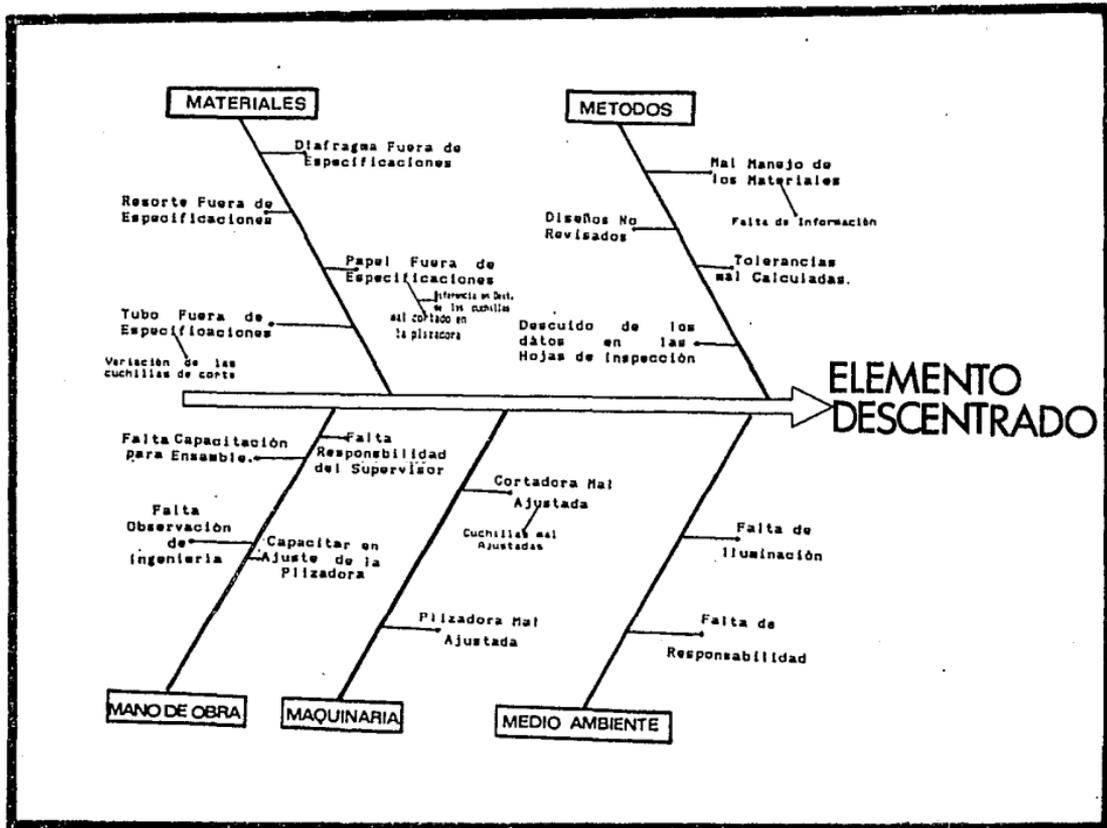
El siguiente paso consiste en establecer y seleccionar las causas para lo cual es muy conveniente involucrar a gente con experiencia en el proceso y en el producto. Es recomendable hacer equipos de trabajo, generalmente lo apropiado es un grupo de cuatro a diez personas, que sesionen adecuadamente a la manera de los círculos de calidad. Estos grupos de trabajo utilizarán la técnica de tormenta de ideas para obtener una gran cantidad de causas probables y ordenarlas de acuerdo a su importancia.

En los capítulos anteriores se vió que el diagrama de Causa y Efecto (CYE) es un listado simple de causas potencialmente de un problema. A través del proceso de producción, el análisis de causa y efecto puede utilizarse efectivamente como un enfoque sistemático para la solución de problemas.

El diagrama CYE que a continuación se presenta, está dispuesto de tal forma que la declaración del problema aparece del lado derecho como **CARTUCHO FUERA DE SU CENTRO**, que es la característica que se quiere mejorar y controlar. De lado izquierdo, se tienen las causas potenciales más específicas como: **LOS METODOS, LOS MATERIALES, LOS PROCESOS, LA MANO DE OBRA, Y EL MEDIO AMBIENTE.**

Estos factores de causalidad contribuyen a la dispersión de nuestra característica de calidad. Cada una de estos factores debe de ser estudiado analíticamente para poder establecer las verdaderas causas que provocan el efecto.

Una vez que son conocidas las causas que originan situaciones fuera de Control en los procesos, la solución del problema está aventajada en un 40%, el resto es, encontrar la forma de como eliminarlo o el **Now How**.



Cuando se examina cada causa, hay que buscar las cosas que han cambiado, los detalles que son anormales tanto de los procesos como del producto, y las desviaciones de la norma o de las especificaciones.

El análisis de este diagrama CYE, se podría empezar, enumerando las características de izquierda a derecha, de tal forma que sería la rama de los MATERIALES la que inicia el análisis con el siguiente cuestionamiento:

Debido algunos Materiales o materias primas que interviene en la producción del cartucho, resulta que este elemento está suelto dentro del bote. Entonces:

¿Por qué ocurre la dispersión en los materiales?

Debido a que el papel está fuera de especificación.

Especificación de altura:

4.3125 ± .010

Debido a que el Tubo está fuera de especificación.

Especificación de altura: 4.250 ± .010

Debido a que el Resorte de Compresión está fuera de especificación.

Especificación de altura: .728 ± .015

Especificación de N. vueltas: 3

Diámetro Exterior: 1.500 ± .010

Debido a que existe diferencias en el diámetro de los barrenos centrales de la tapa inferior y de la rondana.

Especificación de diámetros:

TAPA INFERIOR 0 .997 ± .015

RONDANA 0 .688 ± .010

Las características mencionadas con anterioridad, y que afectan la calidad del producto, son apenas, los primeros síntomas del problema por lo que es conveniente seguir buscando las causas últimas del problema.

Entonces cada característica encontrada se debe cuestionar de la siguiente forma:

¿Por qué ocurre que el papel está fuera de las especificaciones?

Debido a que se ha cortado mal el papel.

¿Por qué ocurre que se ha cortado mal el papel?

Debido a una variación en la cuchillas de corte de la plisadora, o bien, debido a una distracción del operario.

¿Por qué ocurre la variación en las cuchillas de corte?

Debido a un desgaste prematuro en alguna de las cuchillas, o bien, debido a que las cuchillas están mal sujetas, o también, debido a que el balero interno tiene juego con la cuchilla de corte.

Hasta aquí el trabajo consiste en interrogar a cada una de las subcausas o subramas del esqueleto del pescado para poder descartar aquellas causas que son poco factibles, es decir, que se deben de eliminar de inmediato aquellas causas que tengan que ver con el problema y que se puedan resolver con cierta facilidad.

Un ejemplo típico es, la distracción del operario, ésta se puede prevenir de inmediato y se pueden obtener a la menor brevedad mejores resultados, por lo que se da por descontada esta causa. Las demás causas deben de continuar siendo analizadas, por medio de un plan, que confirme el efecto de las mismas.

Sí el Resorte de Compresión está fuera de especificación es porque existe una desviación en sus dimensiones de altura y el número de vueltas especificados, entonces esta falta de control debe ser reportada de inmediato al almacén de materia prima y a los proveedores culpables.

Se debe de confirmar el efecto de que realmente el resorte de compresión es la causa del problema, para esto se deben conseguir muestras acordes con la especificación y probarlas en el ensamble final. De continuar el defecto, el resorte de compresión no tendría que ver con el mismo y por eliminación de causas se tendrían que analizar otras que no han sido estudiadas.

Siguiendo con la misma metodología:

¿Por qué ocurre que el Tubo esta fuera de especificación?

Debido a que la cinta de lámina tiene otra medida, o bien, esta mal cortada.

Las variaciones hacia arriba o hacia abajo de la especificación de altura del tubo se deben normalmente a una falta de control por parte del operario, por lo que su prevención debe ser inmediata y el problema quedará descartado.

No sucede lo mismo cuando la lámina esta mal cortada. una cinta de lámina esta mal cortada cuando presenta en alguno de sus extremos diferencias de geometría, en lugar de presentar una figura cuadrada, el desarrollo se presenta como un rombo, esto trae consecuencias al puntearse el tubo, quedando diferencias de altura en los extremos. Entonces:

¿Por qué ocurre que el tubo este mal cortado o presente el defecto de "cojear la altura".

Debido a que la cinta entró mal en la guillotina.  
Debido a que las cuchillas de corte están desgastadas.

Ambas causas deben ser estudiadas para así poder confirmarse.

De esta forma se van añadiendo los síntomas al diagrama de (CYE) hasta mostrar las causas reales que provocan la dispersión. Bien definidas las causas reales se identifican, para poder atacarlas a la brevedad.

Siguiendo con la tónica anterior, debemos agotar todas las ramas del esqueleto hasta reunir la información necesaria que nos ayudará a resolver el problema. En la rama correspondiente a los METODOS encontramos que las principales causas de variación son:

El descuido o el mal manejo del producto terminado. Los diseños, de cada uno de los componentes, están mal calculados conforme al ensamble final.

Estas causas son las que deben de encerrarse dentro de un círculo, queda nadamás, seguir con el tratamiento conocido con anterioridad:

¿Porqué ocurre el mal manejo del producto terminado?

Debido a que las cajas colectivas son aventadas, tiradas y mal estivadas durante el transporte y el almacenaje de los filtros.

¿Porqué ocurre que las cajas colectivas son maltratadas durante el transporte y almacenaje de los filtros?

Debido a que los almacenistas y cargadores, carecen de la información necesaria sobre el adecuado manejo de las cajas.

En vista de que este problema puede ser eliminado con facilidad, --simplemente hay que circular un manual de procedimientos para el almacén--, queda descartado de aquellas causas consideradas como realmente importantes.

Respecto al diseño de los diferentes componentes del filtro debemos preguntarnos:

¿Por qué ocurre que el elemento está fuera de su centro?

Debido a que las medidas de los elementos no guardan una relación correcta entre sí.

Mientras el papel se encuentre más alto que la altura del tubo, este no servirá para el próximo ensamble.

Mientras el tubo esté más corto que la altura del papel el ensamble final no servirá.

Ambas situaciones son motivo de rechazo del proceso y de las piezas que hasta el momento se han producido. Sin embargo tales diferencias de altura pueden ser tan pequeñas, motivo suficiente, para que el obrero no se percate de las diferencias y se provoque el defecto del cartucho suelto dentro del bote.

El resorte puede estar bien en su altura especificada, pero de nada servirá si el cartucho está ligeramente más corto, ya que se presentará el mismo defecto al no ejercer presión en la tapa del cartucho.

Puede que suceda lo contrario, ---pero es muy difícil que se presente ya que se tiene una inspección rigurosa en recepción de materia prima---, que el resorte esté más corto que la altura del cartucho.

Ambas situaciones son también motivo de rechazo de las operaciones de ensamble, no obstante las diferencias pueden ser mínimas, las que provocarían que el producto se valla en apariencia bien, y sin embargo un simple golpe al filtro bastaría para sacar de su centro al cartucho y provocar el defecto.

Entonces la pregunta que nos ayudaría a concluir en la  
cusa final sería:

¿Por qué están mal diseñadas las medidas de los componen-  
tes que integran el cartucho?

Debido a que no se tiene un adecuado margen de toleran-  
cia para cada uno de estos elementos.

Esto nos lleva a que se deben de revisar los diseños del  
producto, por parte de Ingeniería, a trabajar conjuntamente  
con las graficas de control para ajustar de inmediato las to-  
lerancias de las piezas y hacer pruebas que confirmen el  
efecto de las mejoras.

Por otra parte, si revisamos la rama correspondiente a  
la MAQUINARIA, veremos que las cusas de variabilidad mas im-  
portantes son, que:

La plisadora 2T-024 se encuentra mal ajustada.

La cortadora de lámina presenta juego en sus cuchillas.

Para encontrar las causas por las que se provocan éstas  
variaciones, se debe de hacer un ejercicio similar a los rea-  
lizados en renglones anteriores para los MATERIALES y los  
METODOS.

Así, en base a preguntas y respuestas, llegamos a las  
causas finales que son:

Para la plisadora: Que las cuchillas de corte tienen  
diferencias hasta de  $1/16''$ , entre  
ellas.

Para la cortadora: Que las cuchillas están mal ajusta-  
das en la base, por lo que tienen  
juego entre ellas.

#### ETAPA 4: CONFIRMAR EL EFECTO DE LAS CAUSAS.

Esta etapa es una de las más importantes, ya que consiste en confirmar, si las causas propuestas en la etapa anterior son verdaderas.

Para hacerlo, es recomendable elaborar una tabla, --como la que se muestra más adelante TABLA 10.1 ---, que es el compendio de todas las actividades realizadas para analizar y determinar aquellas causas potenciales.

La tabla incluye el método a seguir para confirmar las causas seleccionadas en el diagrama de Causa y Efecto. También muestra una secuencia ordenada en la que se debe de analizar cada problema por separado, así como los responsables de cada actividad y los resultados de las mismas.

A continuación se resume en detalle cada una de las actividades realizadas por el equipo de trabajo. Estas actividades arrojarán resultados importantes para poder establecer el plan de contramedidas que resolverá, en su totalidad, el problema planteado.

tabla 10.1

| No. | CAUSA<br>SELECCIONADA | METODO DE CONFIRMACION   | RESPONSABLE         | FECHA   |
|-----|-----------------------|--|---------------------|---------|
| A   | PLISADORA<br>2T-020   | Cortar el papel en otra plisadora, 2T-023, a $4.3125 \pm .010$ , según la especificación de ingeniería, para observar si la variación es exclusiva de la plisadora 2T-020. | Supervisión<br>L-3. | 08/jul. |
|     |                       | Rectificar las 5 cuchillas de corte para corregir la variación en el corte del papel de $0^{\circ}.0625$ .   | Taller<br>Mecánico. | 08/jul. |
|     |                       | Medir las muestras del corte de papel a $4.3125 \pm .010$ .  | Inspección<br>C.C.  | 11/jul. |
|     |                       | Ensamblar 15 filtros y pegar en la parte superior del bote para observar si se desplaza o no el elemento dentro del bote.  | C.C.                | 14/jul. |

## 10.1

| No. | CAUSA<br>SELECCIONADA   | METODO DE CONFIRMACION   | RESPONSABLE       | FECHA   |
|-----|-------------------------|--|-------------------|---------|
|     |                         | Medir unas 10 muestras de lámina para cada uno de los pasos que requiere el proceso de corte de lámina.          | C.C.              | 08/jul  |
| B   | CORTE DE LAMINA         | Ajustar correctamente las cuchillas de del corte de lámina a 0.312 de distancia entre si, y cortar a 4.250±.010. | Operador L-5      | 09/jul. |
| C   | DISEROS MAL CALCULADOS. | Revisar las Cartas de Control de tres meses atrás y compararlas contra especificaciones.                         | C.C.<br>e<br>ING. | 14/jul. |

**A.- ACTIVIDADES REALIZADAS:**

A.1\* Se cortó el papel en otra plisadora, la 2T-023, a la medida que indica el plano de Ingeniería de  $4.3125'' + .010$ , con el propósito de confirmar que la variación en el ancho del papel es exclusiva de la plisadora 2T-020.

A.1a. Se elaboró una Carta de Control (X-R), con el fin de comprobar que la variación en el corte del papel es normal, dentro de las tolerancias marcadas, y no provoca alguna señal de alarma.  
Con esto quedaría demostrado que la máquina 2T-020 tiene un defecto en sus cuchillas de corte.

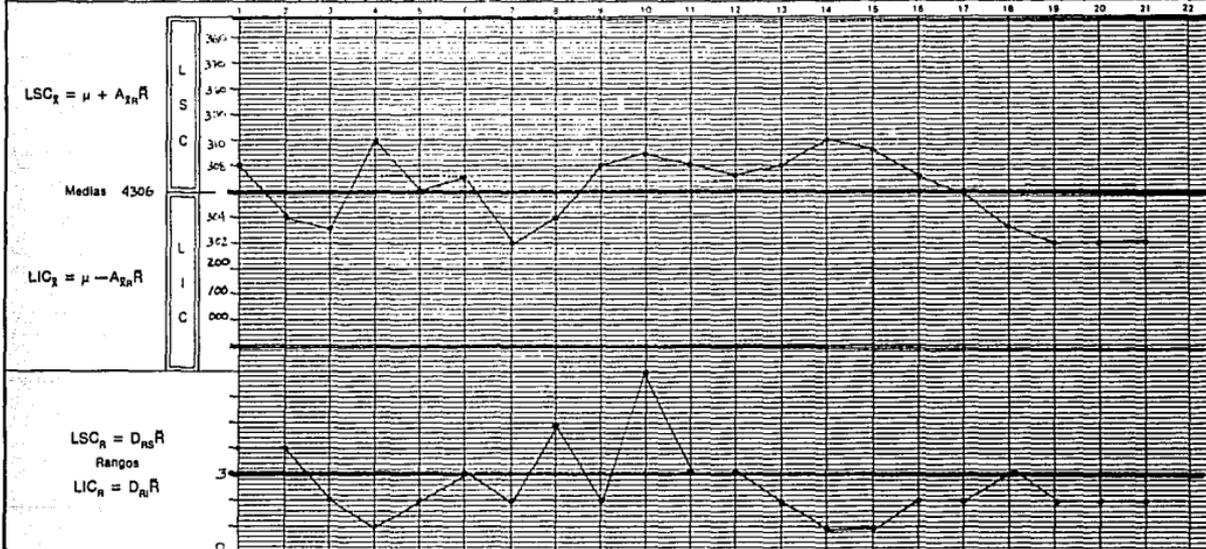
A.2\* Se rectificaron en el Taller Mecánico las cinco cuchillas de corte de la máquina 2T-020.  
Las cuchillas presentaban diferencias en sus filos de  $0''.0376$  hasta  $0''.1350$  debido al desgaste prematuro.  
Se cambiaron también los baleros viejos por nuevos para corregir la variación de  $1/16$  que existe entre los papeles cortados.

A.3\* Se montaron las nuevas cuchillas y se tomaron nuevas lecturas para poder comprobar si existe alguna mejoría.  
Se aprecia en la gráfica 10.4.3 que la situación mejoró notablemente al lograrse las medidas a  $4.315''$  en promedio.

# CARTA DE MEDIAS Y RANGOS ( $\bar{X}$ -R)

Nombre de la parte: PAPEL FILTRO P/ACEITE No de parte: FW 2033 Carta numero: 72 No de operación: 14  
 Nombre y número de la máquina: PULSADORA 2 T-020 Equipo de medición: VERALPE Unidad de medida: PULGADA Límites especificados: 4.312 ± .000  
 LSC<sub>1</sub> = 4.306 ± .017 LSC<sub>2</sub> = 4.303 LIC<sub>1</sub> = 4.306 ± .011 LIC<sub>2</sub> = 0 LSC<sub>3</sub> = 4.322 LIC<sub>3</sub> = 0  $\mu = 4.306$   $R = \frac{18}{6} = 3$  Inspector: ANTONIO CASTILLO

| Lote                  | 1       | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    |  |
|-----------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| Fecha                 | 4/10/93 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
| Turno                 |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
| Nota                  |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
| Tamaño de muestra     | 4       | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     |  |
| Frecuencia de muestra | 1       | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    |  |
| Total                 | 17.24   | 17.30 | 17.30 | 17.24 | 17.24 | 17.35 | 17.35 | 17.30 | 17.30 | 17.30 | 17.35 | 17.35 | 17.35 | 17.35 | 17.35 | 17.35 | 17.35 | 17.35 | 17.35 | 17.35 | 17.35 | 17.35 |  |
| Medio (x̄)            | 4.310   | 4.325 | 4.325 | 4.310 | 4.310 | 4.337 | 4.337 | 4.325 | 4.325 | 4.325 | 4.337 | 4.337 | 4.337 | 4.337 | 4.337 | 4.337 | 4.337 | 4.337 | 4.337 | 4.337 | 4.337 | 4.337 |  |
| Rango (R)             | 0       | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |  |



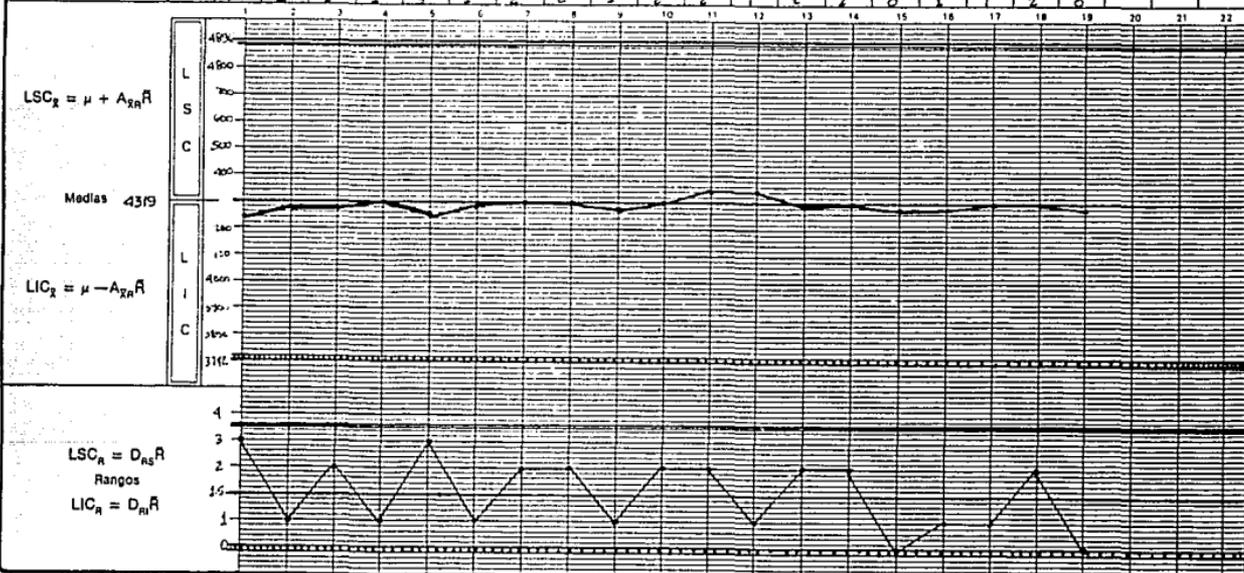
$A_2-R = .577$        $D_{45} = 2.11$        $D_{31} = 0$

SITUACION ACTUAL

# CARTA DE MEDIAS Y RANGOS ( $\bar{X}$ -R)

Nombre de la parte: PAPEL FILTRO PLIZADORA No de parte: FL-0043 Carta número: 22 No de operación: 44-2\*  
 Nombre y número de la máquina: PLIZADORA ZI-023 Equipo de medición: MANAGER Unidad de medida: FUSLADAS Límites especificados: 4312 J. OLD  
 LSC<sub>x</sub> = 4319.1577 LIC<sub>x</sub> = 4309.577 = 3712 LSC<sub>R</sub> = 3.16 LIC<sub>R</sub> = 0 = 0  $\bar{x}$  = 4319 R = 18  $\frac{R}{\bar{x}}$  = 1.5 Inspector: ANTONIO CASTILLA

| Lot#                   | 1       | 2    | 3     | 4      | 5     | 6     | 7       | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20   | 21   | 22 |
|------------------------|---------|------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|----|
| Turno                  | 2       | 4    | 4     | 4      | 4     | 4     | 4       | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4    | 4    | 4  |
| Fecha                  | 2009.00 | -    | -     | 409.00 | -     | -     | 8.09.00 | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -    | -    | -  |
| Hora                   | 8.25    | 9.30 | 11.09 | 10.22  | 12.45 | 14.10 | 15.30   | 16.42 | 14.22 | 12.00 | 14.21 | 15.00 | 16.00 | 17.12 | 11.30 | 12.00 | 16.12 | 17.12 | 18.20 | -    | -    |    |
| Tamaño de muestra      | 4       | 4    | 4     | 4      | 4     | 4     | 4       | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4    | 4    |    |
| Frecuencia de muestreo | 4319    | 4319 | 4319  | 4319   | 4319  | 4319  | 4319    | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319 | 4319 |    |
| Total                  | 4319    | 4319 | 4319  | 4319   | 4319  | 4319  | 4319    | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319 | 4319 |    |
| Atedo (s)              | 4319    | 4319 | 4319  | 4319   | 4319  | 4319  | 4319    | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319  | 4319 | 4319 |    |
| Rango (R)              | 3       | 2    | 2     | 2      | 2     | 2     | 2       | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2    | 2    |    |



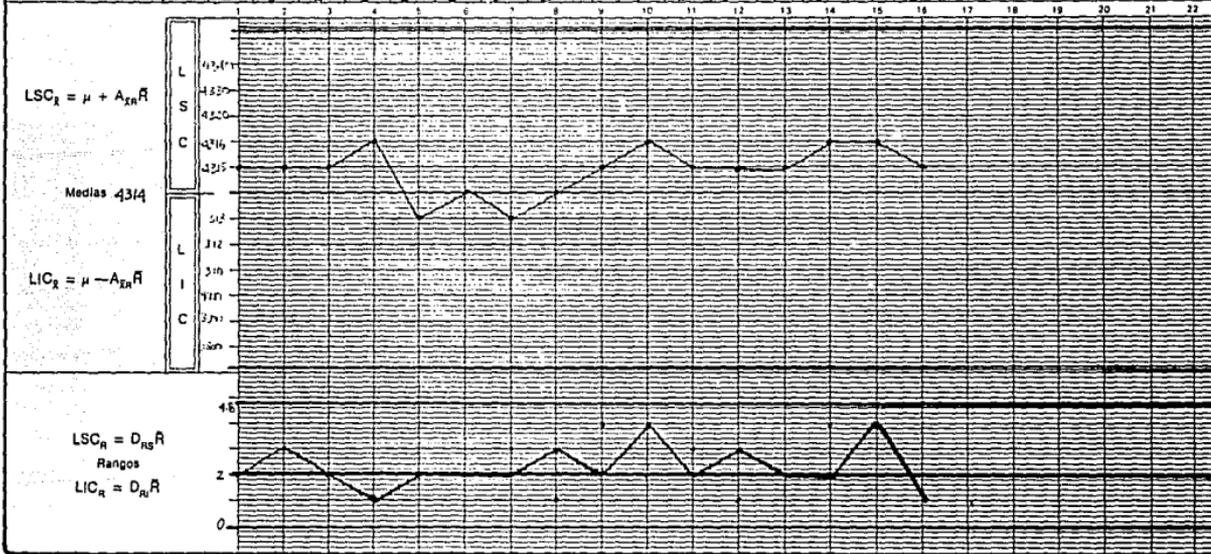
$A_{\bar{x}-R} = .577$   $D_{R-5} = 2.11$   $D_{R-1} = 0$  FORMA CC- 010

EN OTRA PLIZADORA

# CARTA DE MEDIAS Y RANGOS ( $\bar{X}$ -R)

Nombre de la parte: Papel filtro para aceite No de parte: EI-2053 Carta número: 22 No de operación: 14  
 Nombre y número de la máquina: Plancha P7-020 Equipo de medición: Varner Unidad de medida: Pulgadas Límites especificados: 4.527-0.30  
 LSC<sub>1</sub> = 4.314 + 0.17 = 4.481 LIC<sub>1</sub> = 4.314 - 0.17 = 4.143 LSC<sub>2</sub> = 4.8 LIC<sub>2</sub> = 0  $n = 11$   $\bar{x} = 4.314$   $R = \frac{0.17}{0.07} = 2.3$  Inspector: Luis Hernández

| Lot#                  | L       | L     | L     | L     | L       | L       | L     | L     | L       | L     | L     | L     | L     | L     | L     | L     | L     | L     | L     | L |
|-----------------------|---------|-------|-------|-------|---------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| Turno                 |         |       |       |       |         |         |       |       |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Fecha                 | 20.6.90 |       |       |       | 22.6.90 | 22.6.90 |       |       | 23.6.90 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |
| Hora                  | 0:15    | 12:30 | 4:45  | 11:00 | 8:15    | 11:30   | 15:30 | 14:10 | 8:30    | 10:50 | 13:00 | 15:00 | 16:30 | 18:00 | 18:10 |       |       |       |       |   |
| Tamaño de muestra     | 3       | 3     | 3     | 3     | 3       | 3       | 3     | 3     | 3       | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     | 3     |   |
| Frecuencia de muestra | 1       | 2     | 3     | 4     | 5       | 6       | 7     | 8     | 9       | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    |   |
|                       | 4.314   | 4.314 | 4.314 | 4.314 | 4.314   | 4.314   | 4.314 | 4.314 | 4.314   | 4.314 | 4.314 | 4.314 | 4.314 | 4.314 | 4.314 | 4.314 | 4.314 | 4.314 | 4.314 |   |
| Total                 | 20574   | 21516 | 21515 | 21511 | 21512   | 21512   | 21512 | 21512 | 21512   | 21514 | 21514 | 21514 | 21514 | 21514 | 21514 | 21514 | 21514 | 21514 | 21514 |   |
| Medio ( $\bar{x}$ )   | 4.315   | 4.315 | 4.315 | 4.316 | 4.316   | 4.316   | 4.316 | 4.316 | 4.316   | 4.316 | 4.316 | 4.316 | 4.316 | 4.316 | 4.316 | 4.316 | 4.316 | 4.316 | 4.316 |   |
| Rango (R)             | 2       | 2     | 2     | 2     | 2       | 2       | 2     | 2     | 2       | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     | 2     |   |



$A_{2-R} = 0.577$        $D_{4-5} = 2.11$        $D_{3-1} = 0$

CON CUCHILLAS RECTIFICADAS 10-1.3

A.4\* Para estar seguros del efecto, se ensamblaron quince filtros con la medida de 4.375" para el papel, y se probó si el elemento se desplazaba de su centro, con un ligero golpe en la parte superior del elemento. Se comprobó que el elemento queda fijo dentro del bote, con lo que se confirma que es necesario revisar constantemente el estado de las cuchillas para evitar grandes variaciones.

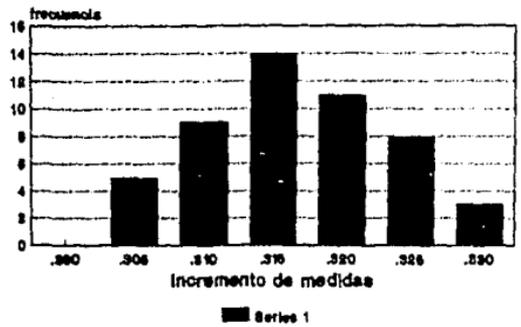
B.1\* Se rastreó el posible defecto del tubo en todos los pasos que constituyen el proceso del corte de lámina tomando como muestra diez piezas de lámina y sus subproductos consecuentes. Se aprecia que no existe variación aparente en los dos primeros cortes hechos en las guillotinas GT-01 y GT-02. Pero notamos una ligera variación en una de las máquinas.

B.2\* Se rectificaron todas las cuchillas de corte y se comprobó que la longitud entre cuchillas fuera la misma .

B.3\* Se tomaron nuevas lecturas, una vez que fueron instaladas, y se observó una mejoría ya que el desarrollo de la lámina no está disperejo.

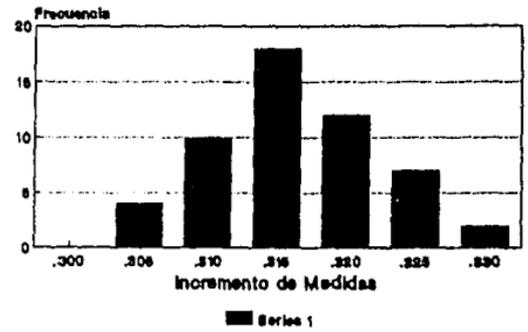
Por todo lo anterior, se puede decir que el problema principal está en las cuchillas de corte, tanto de la máquina plizadora como el de la máquina cortadora de lámina.

HISTOGRAMA DE CORTE DE LAMINA  
PRIMERA OPERACION



MAQUINA 6T-01

HISTOGRAMA DE CORTE DE LAMINA  
PRIMERA OPERACION



MAQUINA 6T-02

C.1\* Finalmente, se revisaron las Cartas de Control (X-R) del papel para comparar la evolución de las cuchillas de la máquina plisadora 2T-020, con respecto al tiempo. De este análisis se puede concluir que:

- 1.- Existe un desgaste prematuro en las cuchillas de corte.
- 2.- Que el desgaste en las cuchillas de corte de la mina no es tan severo, en comparación de la plisadora, pero sí es muy importante cuidar su colocación óptima.
- 3.- Que el resorte no presenta variaciones en cuanto a sus medidas, en los últimos tres meses.

Por lo que se pidió la aprobación del departamento de Ingeniería de modificar las tolerancias en la altura del papel y del tubo, para alcanzar una medida en la altura final del cartucho de  $4.686'' + .062''$ .

Esto quiere decir que las medidas, tanto del papel, tubo y resorte quedarían como sigue:

PAPEL:  $4.375'' + .010''$  a 70 pliegues normales.

TUBO:  $4.312'' + .010''$

RESORTE:  $H = .728''$ ,  $O_{int} = 1.500''$ ,  $\#vuel\text{tas} = 3$ .

Lo anterior significa darle al papel y al tubo  $1/16$  más de la medida establecida en las especificaciones de Ingeniería. Esto es con el objeto de que el desgaste prematuro de las cuchillas, y la falta de precisión por parte del operario; no influya de forma tan exagerada en las medidas finales del papel y del tubo. De esta manera se evita que aparezcan los problemas que hasta el momento se han presentado debido a las herramientas de trabajo.



C.2\* Con estas nuevas medidas, se ensamblaron quince filtros y se golpearon, según los procedimientos anteriores, y no se despaizó el elemento dentro del bote.

Por lo que la medida queda confirmada por Ingeniería y Control de Calidad como la solución más viable para resolver el problema del elemento suelto o descentrado.

Los resultados finales se muestran en forma resumida en la tabla diez punto dos. Son realmente la confirmación de las causas que provocan el problema.

Se puede apreciar que las causas que afectaban el desplazamiento del cartucho fueron; el desgaste prematuro de las herramientas de trabajo, y que este desgaste no estaba contemplado dentro de las tolerancias dadas por Ingeniería.

Básicamente este resultado se identifica con los principios del Control Integral de Calidad, como el que dice, que en la mayor parte de las empresas las especificaciones que no han sido revisadas a lo largo del tiempo, contienen muchas tolerancias acumuladas inestrecas, es decir, tolerancias que no son necesarias realmente para lograr la aptitud para el uso. Estas tolerancias son el resultado natural de las fuerzas históricas a las cuales está sujeto el departamento de Ingeniería de Diseño.

En el caso particular de la compañía, los proyectistas fueron los responsables de asegurar que el producto fuera apto para el uso y fueron sólo vagamente responsables de asegurar que el producto pudiera ser fabricado práctica y económicamente.

| Nº | CAUSA SELECCIONADA            | METODO DE CONFIRMACION   | RESULTADOS Y COMENTARIOS  | FACTIBLE |
|----|-------------------------------|--|---|----------|
|    |                               | <p>En otra plisadora la 2T-023 cortar el papel a la medida de <math>4.3125'' + .010</math>, según la especificación actual, para observar si existe variación.</p>         | <p>Se puede observar que no ocurre alguna variación en esta máquina; por lo que la variación es exclusiva de la plisadora 2T-020.</p>   | SI       |
| A  | PLISADORA 2T-020.             | <p>Rectificar las cuchillas de corte para corregir la variación en el corte de papel de <math>0''.0625</math> en diámetro exterior. Rectificar la dureza del material.</p> | <p>Las cuchillas de corte presentan entre sí diferencias en el diámetro exterior. Esto hace que el papel se desgarré en vez de cortarse.</p>  | SI       |
|    |                               |  | <p>El desgaste prematuro se debe a que las cuchillas no tienen la dureza adecuada.</p>  | SI       |
| B  | CORTE DE LAMINA               | <p>Ajustar la distancia entre cuchillas adecuadamente, y cortar para varias pruebas según la medida original de <math>4.250'' + .010</math>.</p>                           | <p>Se rectificaron las cuchillas de corte de lámina para comprobar que las holguras fueran mínimas.</p>   |          |
|    |                               |  | <p>Se ajustó a <math>4.0''</math> la distancia entre cuchillas y se sujetaron correctamente para hacer varios cortes. No existió variación.</p>   |          |
| C  | DISEÑO DE PAPEL MAL CALCULADO | <p>Revisar las cartas de control de seis meses atrás y comparar su comportamiento contra especificaciones.</p>   | <p>No han sido revisadas las tolerancias del producto conforme a las necesidades de Producción. Se debe de realizar un análisis de tolerancias a través de los diferentes procesos.</p> | SI       |

Por otro lado, cuando las tolerancias son tan estrechas, resulta que la planta realmente tiene diferentes problemas en la producción del producto, entonces, los diferentes departamentos responden excediendo las tolerancias con tal de cumplir con las cantidades y los plazos de entrega. De esta forma, muchos de los productos funcionaron satisfactoriamente.

La selección adecuada de las tolerancias tiene un doble efecto sobre la economía de la calidad ya que afectan a:

- 1.- Aptitud para el uso y en consecuencia a la capacidad de venta del producto.
- 2.- A los costos de fabricación (instalaciones, herramientas, productividad) y a los costos de calidad (equipo, inspección, rechazos, trabajos de acondicionamiento, revisión de materiales, etc).

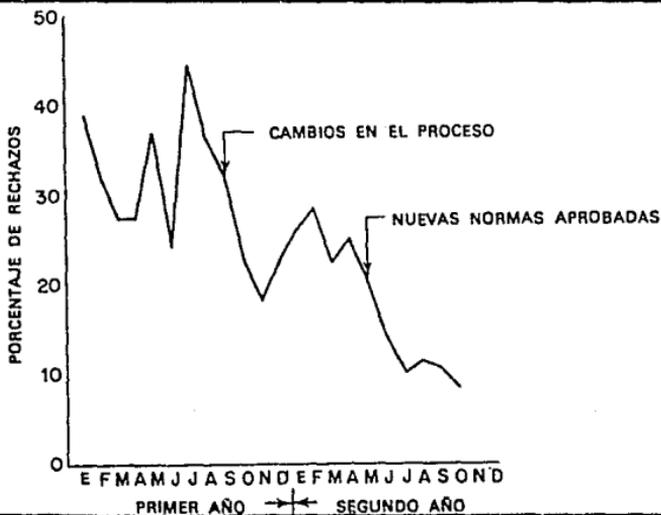
En teoría, el diseñador o proyectista debe de establecer mediante un estudio científico, el equilibrio correcto entre las tolerancias reales de fabricación y las tolerancias del producto. En la práctica, el proyectista es incapaz de hacer esto para cada tolerancia; hay demasiadas características de calidad en cada uno de los componentes del filtro. Como resultado, solamente se establece prácticamente un mínimo de tolerancias. Las técnicas matemáticas para el establecimiento de las tolerancias son muy complejas e incluyen estudios muy especializados que están fuera del alcance de este trabajo, sin embargo, en el apéndice D, se dará una visión general de estas técnicas.

## ETAPA 5 Y 6.- PLAN DE CONTRAMEDIDAS QUE CONFIRMEN LA MEJORA.

Después de seleccionar la(s) mejor(es) medida(s) preventiva(s), se debe de confirmar si realmente es una mejora o no si la solución resuelve el problema, realmente significa una mejora en el proceso.

Es muy importante observar si los cambios o modificaciones provocan mejores condiciones de operación. En el caso del cartucho fuera de su centro, se vi  que al utilizar el papel mas corto de 4 5/16, alteraba la longitud total del ensamble ocasionando que el cartucho se mueva dentro del bote.

Este problema fué resuelto gracias a la creatividad y cooperación del equipo de trabajo involucrado y apoyado en el principio de Control de Calidad: Las tolerancias establecidas deben ser revisadas continuamente. Entonces,  Por qué no modificar las medidas?; esto trajo en consecuencia subir la altura del papel a 4 6/16. En la siguientes gráficas podemos observar la mejora del método.



La búsqueda de la calidad trajo como consecuencia un aumento en la productividad, reflejado no sólo en un mayor número de piezas fabricadas bien a la primera intención, sino en la disminución de desperdicio y por el aumento de la capacidad de producción.

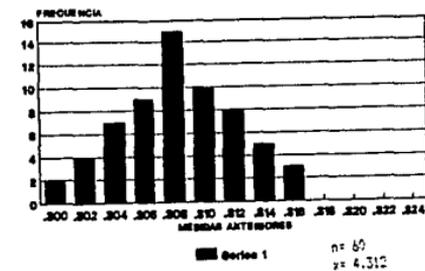
La medida resulta realmente económica porque se desperdicia menos material al cortar el papel: Una bobina de papel para aceite tiene 28.00" de ancho, salen 6 cortes de 4.50", se desperdicia .500" en total, es decir, le tocan .125" a cada corte. Anteriormente, se desperdiciaba 1.00" en cada bobina cortada, .250" por corte.

A continuación observamos que realmente la medida preventiva es una mejora. Para hacer la comparación, y así confirmar el efecto de la mejora se tomó una muestra de 30,000 filtros. El tamaño de la muestra tiene que ser igual a la que se tomó en el paso 2 de la metodología TOPS. "Evaluación del Problema". Para hacer más fácil la comparación se hizo el siguiente histograma titulado "DESPUES DE LA MEJORA".

Se muestra también, el Diagrama de Pareto que se obtiene después de la mejora hecha al método correspondiente, en el se aprecia que el índice de defectos ocasionados por el elemento suelto desapareció por completo, este efecto hace que el total de los defectos disminuya drásticamente, quedando únicamente, los defectos que se muestran en el diagrama.

Estos defectos están siendo estudiados bajo el mismo método y la misma filosofía con que fue analizado el caso, con el fin de reducir aquellos defectos que prevalecían en algunos filtros.

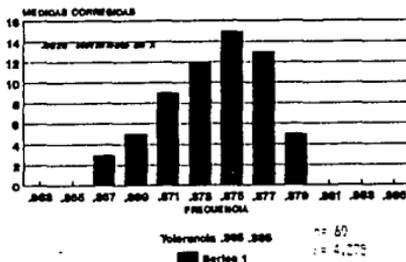
### HISTOGRAMA DE CORTE DE PAPEL ANTES DE LA MEJORA



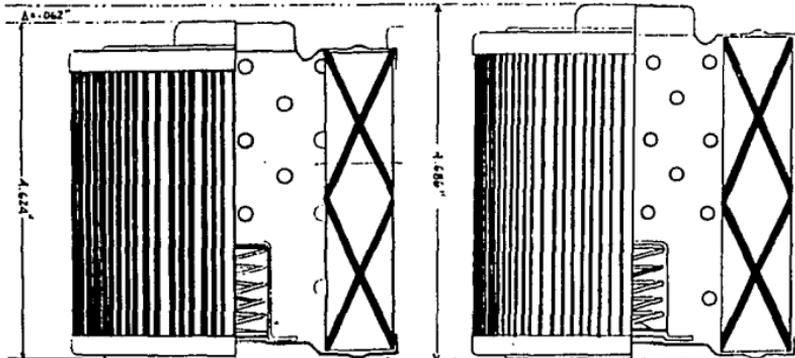
datos 1999

Tolerancia .302 .312

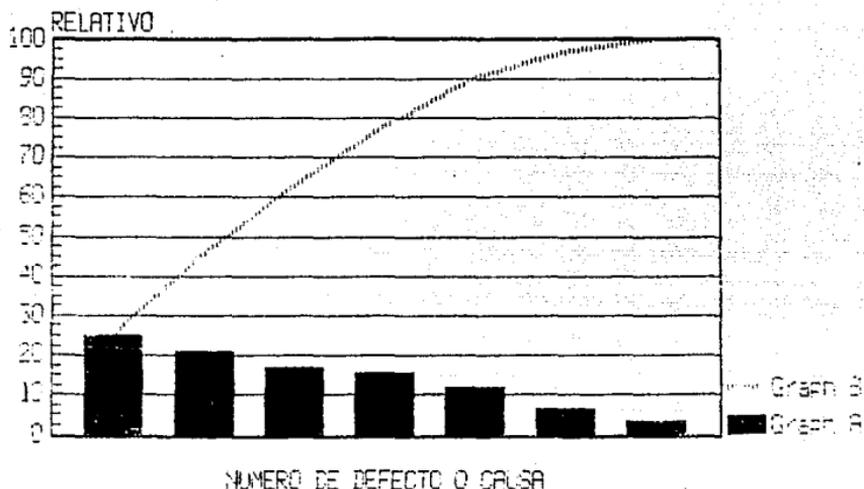
### HISTOGRAMA DE CORTE DE PAPEL DESPUES DE LA MEJORA



datos Apr.1999



SOLUCION DEL PROBLEMA  
MEJORAMIENTO  
DIAGRAMA DE PARETO  
PARA UN LOTE DE 31000 FILTROS



UNIDAD BELLADA: PC-8

FILTROS INSPECCIONADOS: 3100

FILTROS DEFECTUOSOS: 1090

CONTROL DE CALIDAD

PERIODO: SEP - NOV.

%BUENO : 96.49

%MALO : 3.51

MANUFACTURERA MEXICANA CONTINENTAL S.A. DE C.V.

|                                    | FRECUENCIA | %ABS. | %REL.  | %RELACION. |
|------------------------------------|------------|-------|--------|------------|
| 1.-REBABA EN ORIFICIOS COLECTORES: | 273        | 0.87  | 25.06  | 25.06      |
| 2.-FUGA POR ENGARGOLADO :          | 227        | 0.74  | 20.82  | 45.88      |
| 3.-FUGA POR LA JUNTA :             | 184        | 0.59  | 16.86  | 62.76      |
| 4.-FUGA POR LA CUERDA :            | 165        | 0.53  | 15.33  | 77.89      |
| 5.-NO AJUSTA EN LA BASE :          | 132        | 0.42  | 12.12  | 90.01      |
| 6.-VALVULA INOPERANTE :            | 73         | 0.23  | 6.69   | 96.70      |
| 7.-GOLPEADOS :                     | 36         | 0.12  | 3.30   | 100.00     |
|                                    | -----      | ----- | -----  |            |
|                                    | 1090       | 3.51  | 100.00 |            |

La tabla que a continuación se presenta, es un compendio de todas las causas, soluciones y actividades involucradas en el problema del elemento filtrante fuera de su centro.

| CAUSAS  | SOLUCIONES   | RESPONSIBLES   | FECHA                   |
|---|--|--|-------------------------|
| Faltan hojas de procedimientos de manejo de materiales, en producto terminado | Elaborar, implantar y controlar estos elementos.   | ING. de C.C.<br>ING. INDUSTRIAL  | ABRIL<br>Y<br>JUNIO     |
| Falta de conciencia del personal por hacer bien las cosas.                    | Concientizar al personal de la importancia que tiene el hacer bien el trabajo desde el principio, y de la manera de revisarlo justamente.              | ING. de C.C.<br>ING. de Planta<br>SUPERVISORES<br>REPRESENTANTES<br>DEL SINDICATO. | MAYO                    |
| Supervisión muy relajada e inspección deficiente.                             | Patrullaje mas estricto en las areas criticas del proceso. Verificar alturas, diámetros, y número de pliegues del papel y cartucho durante el proceso. | ING. de C.C.<br>SUPERVISORES   | JUNIO<br>en<br>ADELANTE |
| Falta de Diseños, Dibujos y Dimensiones al producto.                          | Revisar y elaborar dimensiones y tolerancias del producto, para poder adecuarlas a los diferentes procesos.  | ING. del Prod.<br>ING. de Manuf.   | ABRIL                   |

| CAUSAS   | SOLUCIONES  | RESPONSABLES  | FECHA                        |
|--|---|---------------|------------------------------|
| Falta de capacitación en el ajuste de la plisadora.  | Darles capacitación a los obreros involucrados en el proceso.   | ING. MANUF.   | JUNIO                        |
| Falta de un programa de mantenimiento preventivo para evitar el desgaste de las cuchillas. | Establecer un programa de revisión para las cuchillas de corte de las plisadoras. Mantener un inventario de cuchillas y sus partes. | MANTENIMIENTO | MAYO<br>JUNIO                |
| Falta de iluminación en el área de la plisadora de la línea 3.                             | Proveer de la iluminación requerida por el obrero para que se le facilite la visualización de su trabajo                            | MANTENIMIENTO | MAYO                         |
| Se requiere de un control más disciplinado para prevenir errores y corregirlos a tiempo.   | Se debe de elaborar un Plan de Control Continuo detallado.  | ING. de C.C.  | establecidas nuevas medidas. |

## ETAPA 7.- PREVENIR LOS PROBLEMAS REMANENTES.

Esta es la última etapa mecánica dentro del plan TOP'S que contempla la prevención de posibles problemas futuros, y sus posibles soluciones, mediante un plan de actividades bien definido que involucra al departamento de Control de Calidad.

El principal propósito de este PLAN DE CONTROL CONTINUO es el control mismo, que en sus cuatro funciones ( planear, hacer, verificar, y actuar), encierra siete acciones definidas que son:

- ☐ Facilitar la toma de acciones al definir responsabilidades y autoridad.
- ☐ Asegurar la actuación de un proceso a otro, de un departamento a otro.
- ☐ Establecer los factores definitivos a controlar.
- ☐ Establecer estándares bien definidos: de insumos, de operaciones y de inspección de productos.
- ☐ Organizar el sistema de Control y seguro.
- ☐ Dar prioridad a prevenir fallas y prevenir recurrencia de problemas.
- ☐ Tener conciencia de proceder, y conformar, con los estándares de operación.

La aplicación del Plan de Control Continuo en las diferentes áreas de trabajo nos permite operar con alta eficiencia y productividad.

PLAN DE CONTROL CONTINUO

A: ancho de papel en bobina.  
 B: ancho de papel encorte.  
 C: número de pliegues en corte.  
 D: longitud total del corte.  
 E: altura total del papel.  
 F: curado de resinas.

Características Relevantes:

Número de la parte: E43Y-PC8

Nombre de la parte: ELEMENTO CARTUCHO PC-8.

|  | CARACTERÍSTICA AFECTADA. | DETALLE DE LA PARTE.   | FRECUENCIA    | TAMAGO DE MUESTRA | METODO DE ANALISIS   | PROGRAMA PREVENTIVO PARA CONDICIONES FUERA DE CONTROL.       |
|--|--------------------------|--|---------------|-------------------|--|--|
| Inspección de Recibo                   | A                        | Ancho de bobina<br>Peso de la bobina                                 | Cada Embarque | ---               | Revisar cartas de Control recibidas con cada lote.           | Retener el lote-<br>Contactar al proveedor para resolución.  |
| Inspección en Proceso<br>Area de Corte | B<br>C<br>D              | Ancho de Corte.<br>Numero de Pliegues<br>Desarrollo Total del Papel. | Cada Hora.    | 30 pzas.          | Gráficas X-R.<br>Gráficas X-R.<br>Gage especial de longitud. | Corregir de inmediato el Proceso.                            |
| Area de Ensamble                       | E                        | Altura total del papel.  | Cada Hora     | 30 pzas.          | Gage especial de alturas.                                    | Rechazar el lote y separar para identificar los defectuosos. |
|  | F                        | Curado del papel.  | Cada 1/2 hora | 20 pzas.          | Carta p de Laboratorio                                       | Separar el lote y volver a cocer el papel en el horno.       |
| Inspección de Salida.                  | E                        | Altura total del cartucho.   | Cada 1/2 hora | 50 pzas.          | Carta X-R.   | Rechazar el lote.  |

# MANUFACTURERA MEXICANA CONTINENTAL S.A.

## SISTEMA DE CALIDAD PLAN DE CONTROL CONTINUO

CLAVE: \_\_\_\_\_

GERENCIA DE CALIDAD \_\_\_\_\_

NO. DE PARTE: \_\_\_\_\_

INGRIA. DEL PRODUCTO (CLIENTE) \_\_\_\_\_

N/P: \_\_\_\_\_

CLIENTE: \_\_\_\_\_

ACP (CLIENTE) \_\_\_\_\_

### ITEMS RELEVANTES

- A.- Esposores del Material
- B.- Altura Total del Bote
- C.- Rebaba y Filos Cortantes
- D.- Fracturas y Marcas de Herramental
- E.- Roscado de Rosquera

- F.- Número de Pliegues del Papel
- G.- Altura Total del Bote
- H.- Encarrollado
- I.- Adherencia de la Pintura
- J.- Logotipo Completo

| AREA         | ITEM | DETALLE DE LA PARTE  | FRECUENCIA | T.M      | METODO DE ANALISIS                  | PROGRAMA DE REACCION PARA ITEMS FUERA DE CONTROL                                  |
|--------------|------|--|------------|----------|-------------------------------------|---|
| Inspección   | A    | Verificar que los espeadores del material sean los adecuados.        | C/ Lote    | C/ Rollo | Micrómetro                          | 1.- Mandar material fuera de espec. a zona de cuarentena y contactar a proveedor. |
| Embudo       | B    | Verificar que el bote tenga una altura total de :                    | C/ Hora    | 5/ Pzas  | Calibrador de alturas.<br>Carta X-R |   |
| Embudo       | C    | Las piezas deben de estar libres de rebaba y filos cortantes.        | C/ Hora    | 5/ Pzas  | Visual<br>Registro                  | 2.- Revisar material desde la última verificación satisfactoria.                  |
| Embudo       | D    | Checar que las piezas estén libres de fracturas y marcas erosivas.   | C/ Hora    | 5/ Pzas  | Visual<br>Registro                  | " "   |
| Runzónado    | E    | Verificar que la cuerda sea la adecuada y esté libre de rebabas.     | C/ Hora    | 5/ Pzas  | Cages Pasa-No Pasa<br>Carta N-P     | " "   |
| Pliado       | F    | Revisar que contenga el No. de pliegues, así como el ancho y altura. | C/ Hora    | 5/ Pzas  | Manual<br>Carta X-R                 | " "   |
| Horneado     | G    | Verificar la altura total del cartucho ya horneado:                  | 3 X Día    | 5/ Pzas  | Calibrador Verter<br>Carta X-R      | " "   |
| Encarrollado | H    | Revisar que no tenga fugas omeatre a 60 PSI de presión               | C/ Hora    | 5/ Pzas  | Manual<br>Carta N-P                 |   |
| Pintura      | I    | Checar la adherencia del recubrimiento de pintura.                   | 3 X Día    | 1/ Pza   | Cinta de Mascinador.<br>Registro    | 3.- Retener lote, Corregir Proceso Retrabajar material.                           |
| Cartucho     | J    | Logotipo completo y bien alineado.                                   | C/ Hora    | 5/Pzas   | Visual<br>Registro                  |   |

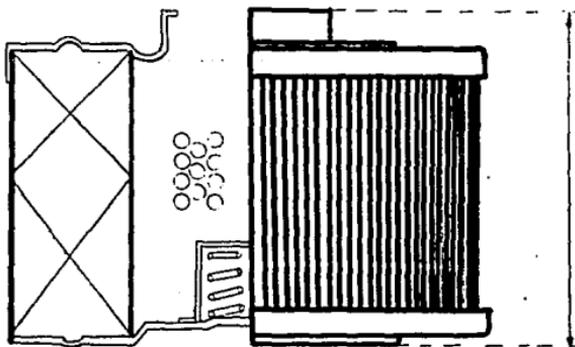
# MANUFACTURERA MEXICANA CONTINENTAL S.A.

## CONTROL DE CALIDAD HOJA DE INSTRUCCION DE INSPECCION

|                |                 |                 |
|----------------|-----------------|-----------------|
| PREPARADO POR: | AUTORIZADO POR: | FECHA DE ELAB.: |
|----------------|-----------------|-----------------|

|                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| FECHA DEL PLANO:      | CLAVE:           |
| CAMBIO:               | NO. DE PARTE:    |
| CLIENTE:              | NOMBRE: Cartucho |
| PROCESO: Sub-Ensemble |                  |

| NO. | T.M. | FREC. | ITEM A VERIFICAR | REF. NO. | CALIBRADOR A UTILIZAR | REGISTRO  |
|-----|------|-------|------------------|----------|-----------------------|-----------|
| 1   |      | C/    |                  |          | Visual                |           |
|     | Pzas | Hora  |                  |          |                       |           |
| 2   |      | C/    |                  |          | Calibrador de alturas | Carta X-R |
|     | Pzas | Hora  |                  |          |                       |           |
|     |      |       |                  |          |                       |           |
|     |      |       |                  |          |                       |           |
|     |      |       |                  |          |                       |           |
|     |      |       |                  |          |                       |           |



| NO. | ACCIONES CORRECTIVAS PARA ITEM'S FUERA DE ESPECIFICACION |
|-----|--|
|     |  |

**ETAPA 8 : FELICITAR A SU EQUIPO.**

Esta última etapa consiste en elaborar un plan de incentivos o de gratificaciones como parte de un reconocimiento del desempeño y el éxito que se ha tenido en aportación de métodos que permitan la solución y el control del problema.

Se trata de estimular al personal ( operarios, supervisores, directivos y especialistas ) a reducir errores que redunden en el deterioro de la calidad, también se trata con esto, de alentar a las personas a participar en los programas orientados a mejorar la calidad.

## **XI.1.- RECOMENDACION FINAL PARA EL USO DE LAS 7HB.**

**El siguiente paso es el consumidor**

**"La calidad es económica y eficiente cuando cada proceso puede asegurar su actuación para el siguiente proceso".**

**K. Ishikawa**

### **XI.1.B.- TRES PRINCIPIOS ESCENCIALES PARA MEJORAR LA EFECTIVIDAD EN LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS.**

#### **I.- Principio de Calidad:**

**¡El siguiente paso es el consumidor!**

#### **II.- Principio de Control:**

**¡Planear, hacer, verificar, actuar!  
¡La única forma de control total es el autocontrol!**

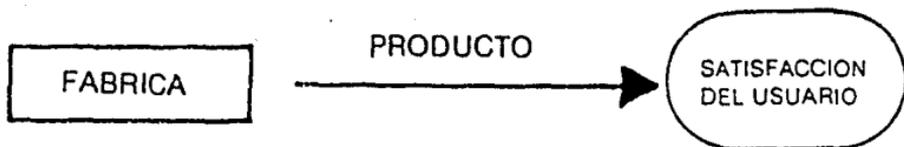
#### **III.-Principio Estadístico:**

**¡Encontrar los hechos y analizarlos!**

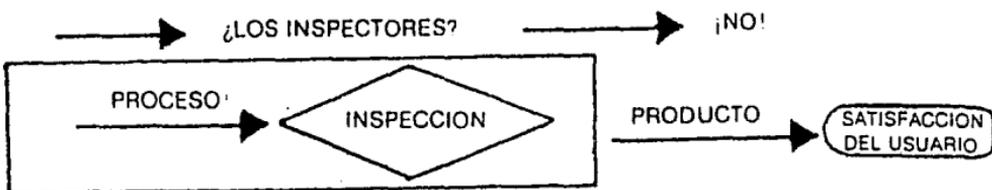
- El principio de calidad implica proporcionar el producto o servicio necesario, de acuerdo con las necesidades del siguiente proceso o unidad productiva.
- El principio de control obliga a estabilizar el control del proceso o unidad productiva, para cumplir con la misión técnica de dicho proceso o unidad productiva.
- El principio estadístico lleva a utilizar metodología y herramientas estadísticas sencillas para generar datos y encontrar los hechos para el mantenimiento de control y la búsqueda del mejoramiento del proceso.

Principio de Calidad:

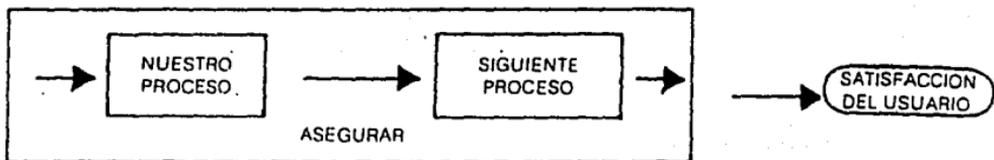
- Definición de calidad: Satisfacción del cliente o usuario.



- ¿Quién es el responsable?



- ¡Es la responsabilidad de todos!



#### XI.1.C.- CINCO CONSIGNAS BASES DE LA METODOLOGIA TOP'S.

i.- Convertir el planear, hacer, verificar y actuar (Círculo de Deming) en un hábito.

ii.- Poner en acción las seis preguntas básicas:

|        |        |
|--------|--------|
| Qué    | Cuándo |
| Dónde  | Quién  |
| Porqué | Cómo   |

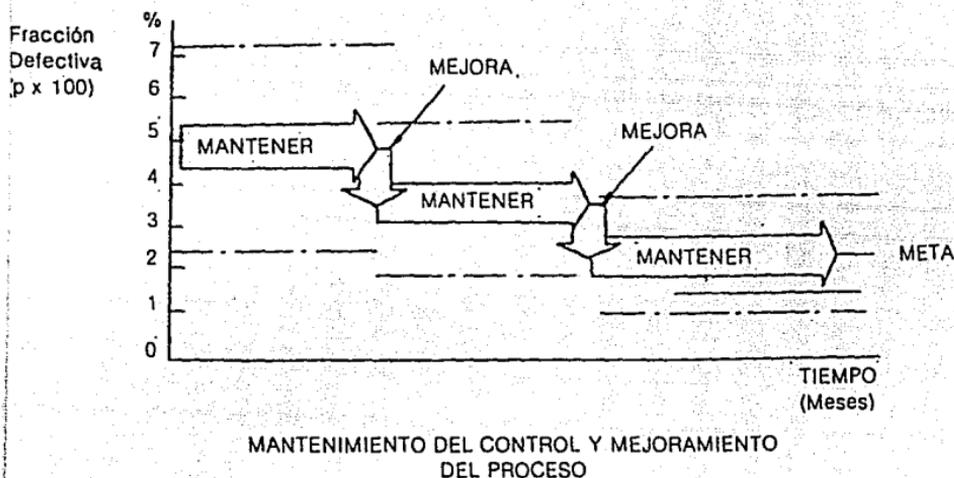
iii.- Motivar activamente hacia la estandarización.

iv.- Expresar los fenómenos en forma de datos.

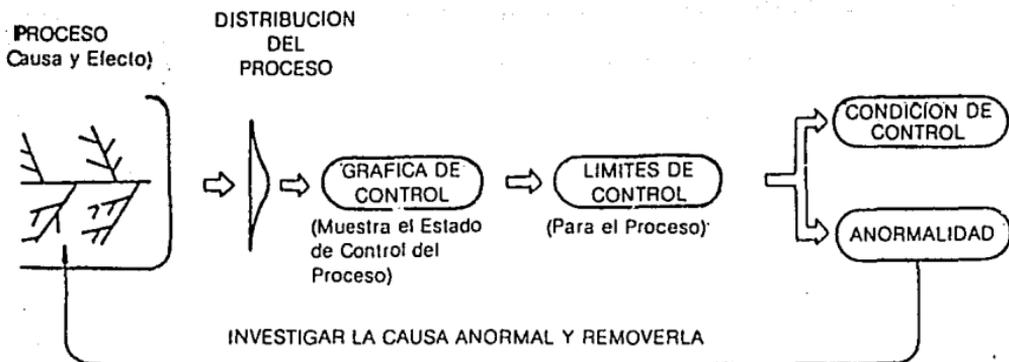
v.- Controlar los factores cruciales o claves.

#### XI.1.D. EFECTOS TANGIBLES DE LOS ESFUERZOS DE MEJORAMIENTO.

Cuando se realicen esfuerzos de mejoramiento de la calidad y productividad en los procesos de producción, es importante establecer metas a alcanzar en forma periódica (ejemplo cada año) y llevar un registro de los logros reales alcanzados. Los indicadores pueden ser los mostrados a continuación:



En la figura se muestra el uso de la gráfica de control como herramienta para el Control del Proceso. Otro uso importante de la gráfica de control es permitir observar el efecto de una mejora, y permitir fijar metas para mejorar el proceso de fabricación.



# CAPITULO

## XI

## **II. 2.- CONCLUSIONES.**

El análisis de los problemas de operación, medición y control dentro de cualquier sistema de producción representa un punto importante para alcanzar los objetivos propuestos en cualquier empresa.

En México, se hace necesario tomar acciones renovadoras para la transformación de los sistemas actuales de producción que contribuyan a mejorar la calidad y aumentar la productividad, permitiéndonos el acceso a los mercados mundiales, con lo cual se tendría un mejor nivel competitivo.

En este momento, el país coincide en una premisa: Debemos aumentar la productividad y la calidad de nuestra planta industrial, del campo, y de nuestros centros educativos. Hemos aprendido que ni nuestros recursos son limitados ni el tiempo está a nuestro favor.

Debemos de trabajar con calidad y productividad, hacer más y de mejor calidad con los recursos disponibles es el reto de la modernización; la calidad es el mecanismo para obtener la productividad necesaria en nuestros productos, para hacer frente a la competitividad de los mercados.

Se debe de entender por Calidad el "cumplir los requisitos", debemos darle al cliente lo que requiere, y nuestro producto debe tener exactamente los atributos prometidos al consumidor.

La planta industrial y la situación geográfica de México pueden considerarse con un "puente" en relación con la Cuenca del Pacífico, la Comunidad Económica Europea, y el Mercado de América del Norte, por ello, la estrategia y perspectiva a seguir va orientada hacia el aprovechamiento de mejores oportunidades comerciales y de negocios así como de no quedar rezagados respecto a otros competidores. Entendiendo por competidores no sólo a las empresas en el territorio nacional o las extranjeras, -sino también a países que en otras regiones ofrezcan alternativas de globalización en infraestructura productiva, transportes, comunicaciones y precios.

Hablando de oportunidades, todos los sectores pueden integrarse a los flujos internacionales de comercio "siempre y cuando lo que ofrezcan sea novedoso, con calidad y precios atractivos. No obstante existen segmentos que por sus características pueden ser más atractivos como el automotriz y de autopartes, química, petroquímica, eléctrica, electrónica, metalmeccánica y máquinas-herramientas, textil, y la industria sin chimeneas.

De tal suerte, que muchas de las empresas públicas y privadas que vivieron en condiciones de mercados cautivos (SIN BRINDAR BUENOS PRECIOS, SERVICIOS Y CALIDAD) y aún para quienes inician estudios con objeto de exportar o mejorar sus productos, habrán de fortalecer su estrategia productiva y comercial.

No hay receta para que de la noche a la mañana una empresa se torne productiva y compita con cualquiera del mundo ni aquí, Japón, ni en los Estados Unidos de América y Europa

Aunque en un acto de patriotismo digamos que son otras culturas, situaciones y esquemas, los de estos países, y que por eso no les podamos copiar sus recetas. Lo válido es reconocer que sus resultados en materia de calidad y productividad son producto de un largo proceso que abarca varios años de aumento moderado, pero constante en sus índices de calidad y productividad.

El deseo y el convencimiento de mejorar por parte de los empresarios, hacen que en México las empresas del sector transformación, presenten el siguiente diagnóstico:

- \* Retrasos en entregas (bajo nivel de servicio a clientes).
- \* Excesos y desequilibrios en inventarios.
- \* Niveles de producto fuera de especificaciones
- \* Eficiencia de operación abajo del 75%.
- \* Insuficiente y escaso el mantenimiento de Equipo.
- \* Confusión de responsabilidades, entre otras.

Lo anterior, queda contemplado al estudiar el problema que vivía la Compañía Manufacturera Mexicana Continental. -¿Cuánto nos está costando la no calidad o el hacer las cosas mal?-. Al analizar este caso, nos dimos cuenta que generalmente los gastos ocasionados por retrabajos, rechazos, desperdicios, repeticiones, reclamaciones, representa hasta un 25% del monto de las ventas. Lo anterior redundo en elevación de costos y poca liquidez. Al establecer un buen sistema de administración de la calidad es posible reducir en un 2.5% el problema.

Por otro lado, observamos que los requerimientos del producto deben de estar asegurados en la consecución del diseño del producto y la planeación del proceso. Si no se proporcionan los suficientes conocimientos internos preventivos para la creación de un sistema de control en un proceso de manufactura real, siempre se tendrán los problemas que han sido señalados durante este trabajo.

En cualquiera de estas situaciones el factor humano es importante en la instrumentación de las acciones de mejoramiento: es con la gente que se obtienen las ideas y con ella también se ponen en práctica, ya sea para mejorar un procedimiento de fabricación, un punto de inspección, o rastrear los defectos, etc..

Creemos que el análisis del problema del sistema productivo, efectuado por este equipo de trabajo para Continental, permitirá contar con la herramienta adecuada para alcanzar los objetivos y tendencias productivas con un mínimo de tiempo y costo, así como mejorar su comercialización.

La Calidad vista desde un punto de vista integral, es hablar de las nuevas filosofías y tendencias del Control de Calidad, implica que la calidad no es responsabilidad única del departamento a cargo; ahora, hablar de calidad implica no solo referirse al proceso de producción o contar con la maquinaria más sofisticada, sino también, a la actitud de quienes integran el equipo de trabajo, realizando las actividades operativas, administrativas y de servicio, pero sobre todo, la de los empresarios, solo así se estará hablando de Calidad.

A lo largo de este trabajo hemos recopilado los fundamentos de la filosofía del Control Integral de Calidad, fundamentos tan importantes que no debemos de olvidar.

De acuerdo con KAORU ISHIKAWA, uno de los precursores de esta filosofía debe de considerarse entre otras cosas:

\* LA RESPONSABILIDAD DE TODOS ES LA CALIDAD\*

El Dr. W. EDWARDS DEMING, a través de su reacción de cadena acabó con la paradoja que revela que la calidad siempre está en contra de la producción. La reacción en cadena de Deming sigue una lógica de sentido común que establece:

- MEJORAR LA CALIDAD
- LOS COSTOS SE ABATEN
- LA PRODUCTIVIDAD AUMENTA
- LOS EMPLEOS AUMENTAN
- LA RENTABILIDAD AUMENTA

Como se puede observar, la causa, raíz y origen es la calidad y todo lo demás se va dando como efecto, reacción o resultado.

Otro punto importante dentro de la filosofía es el que tomamos de PHIL CROSBY, el cual, garantiza que la no calidad o sinónimo de desperdicio está íntimamente relacionada con:

- + EL NO CONOCER EL DEBER SER DE LOS PROCESOS O PRODUCTOS
- + EL NO SABER HACER LAS COSAS CORRECTAS A LA PRIMERA VEZ
- + QUE LA NO CALIDAD CUESTA.

Y cuesta tanto, que es la razón de la quiebra por no competitividad de los negocios o de los países.

Por otro lado, este trabajo señala que dentro de la filosofía del Control Integral de Calidad las herramientas estadísticas juegan un papel necesario. Las siete herramientas básicas son el primer paso para resolver nuestros problemas de calidad, e inclusive administrativos. El éxito de estas herramientas depende de su adecuación a las técnicas de trabajo y a los valores organizacionales y culturales de nuestro país.

En los últimos años, muchas empresas en México han estado trabajando en el establecimiento de sistemas de calidad, estas empresas a su vez han exigido a sus proveedores el establecimiento de la calidad de los productos comprados.

Durante el desarrollo de este proceso en México, aunque muy lentamente, se ha ido creando una infraestructura técnica y humana; gracias a la cual, se hace posible que este proceso sea cada vez más acelerado.

De tal manera que las empresas medianas y pequeñas puedan contar con más facilidades para implantar un sistema de calidad o usar algunas herramientas relacionadas aplicadas a procesos específicos.

Existen variadas filosofías y técnicas aplicables al mejoramiento de la Calidad y al aumento de la Productividad, pero indudablemente el factor fundamental es el humano.

A pesar de las condiciones difíciles, muchas compañías en México están demostrando su competitividad, y en ellas, se observa que desde los directivos hasta el personal de línea en mayor o menor grado existe la conciencia de que su trabajo y su producto debe ser cada vez mejor.

**Sí todo el personal de una empresa no tiene "BUENA CALIDAD" será meramente circunstancial que "exista buena calidad" en el diseño de sus productos y "buena calidad" en la operación de su planta.**

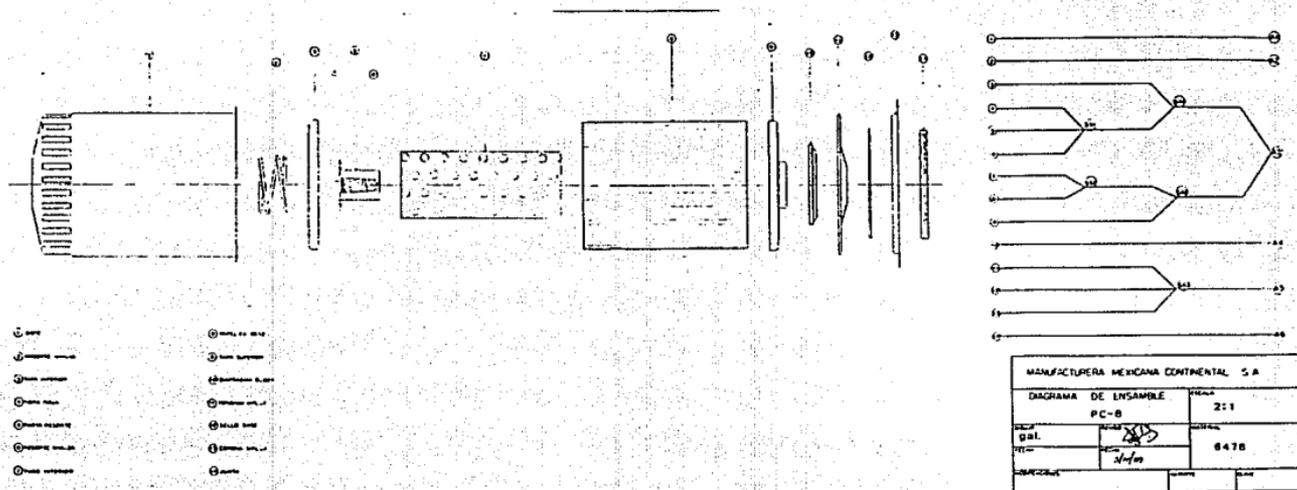
**"SOLO EXISTIMOS Y SEREMOS EN FUNCION DE LA CALIDAD  
QUE SUMINISTREMOS"**

# CAPITULO

## XII

ANEXO A.- DIAGRAMA DE ENSAMBLE DE LA UNIDAD SELADA PC-8.

A continuación, se presenta una copia del diagrama de ensamble correspondiente al filtro de aceite PC-8. Se pretende con este diagrama, que se entienda con facilidad el proceso de manufactura que lleva dicha unidad y con esto resolver rápidamente el problema que presenta este trabajo.



|   |      |
|---|------|
| MANUFACTURERA MEXICANA CONTINENTAL S.A. |      |
| DIAGRAMA DE ENSAMBLE                    | 2:1  |
| PC-8                                    |      |
| g.l.                                    | 6478 |
| 1/1                                     |      |
| 1/1                                     |      |

## ANEXO B.- TORMENTA DE IDEAS.

El propósito de esta técnica, como su nombre lo indica, es "forzar" el poder del pensamiento para generar ideas; en nuestro caso, ideas creativas para encontrar y resolver problemas o aprovechar áreas de oportunidad, con el fin de mejorar la calidad y la productividad.

En este esfuerzo, el momento donde se utiliza con mayor intensidad la tormenta de ideas, es cuando estamos buscando la solución del problema o cómo contrarrestar el efecto de cierta causa de dicho problema; debido a que la mejor solución es la más creativa, debemos extraer ideas creativas del fondo de nuestro pensamiento.

Existen un sinnúmero de estudios sobre esta técnica, que datan desde hace varios siglos y con variados propósitos. El método que se presenta a continuación está concebido en función de algunos de estos estudios. Considerando que la solución de los problemas de calidad es un esfuerzo de grupo, donde es necesario hacer partícipes a quienes conozcan los hechos en primera instancia (por ejemplo supervisores y operarios).

### Método:

Al efectuar el análisis de Causa - Efecto, se debe de aplicar una sesión de tormenta de ideas en grupo. lo primero es comprender y respetar las siguientes reglas:

1. Todos debemos participar.
2. Se deben anotar todas las ideas
3. Escribirlas en un pizarrón o rotafolio para que todos puedan leerlas.
4. No se deben criticar las ideas durante la sesión.
5. No buscar culpables, cuando se sugieran ideas de causas de problemas.

La sesión culmina con un listado de ideas generadas en función del efecto que provoca el problema. Dichas ideas o causas serán analizadas o enjuiciadas en el siguiente paso correspondiente a la metodología TOP'S.

Las normas que rigen el proceso de la tormenta de ideas, es el siguiente:

- a) Cada participante en orden subsecuente expone una idea.
- b) Se expresa sólo una idea en cada turno.
- c) La idea debe expresarse con respecto y libertad.
- d) Si no se tiene alguna idea se dice simplemente "paso"
- e) La sesión termina cuando todos dicen paso o el grupo se siente satisfecho de la cantidad de ideas.

Estas normas promueven una mayor participación dentro del grupo, evitan posiciones de "experto" o que alguien domine la situación. La persona que dice paso, en su próximo turno deberá esforzarse por dar una idea.

Por último, para que la sesión resulte lo más productiva posible es conveniente considerar las siguientes recomendaciones:

- \* Buscar generar la mayor cantidad de ideas.
- \* Pensar siempre en términos de modificar o sustituir las cosas.
- \* No hacer cansada (en tiempo) la sesión.
- \* La clave del éxito es usar libre y espontáneamente el poder del pensamiento.

Este método recomendado para desarrollar una tormenta de ideas ha sido la clave del éxito de muchos esfuerzos por mejorar la calidad y la productividad; debemos recordar que la creatividad organizada en grupo tiene un potencial infinito. Esta técnica y las herramientas estadísticas presentadas en este trabajo, son los caminos más viables para la creación de cambios benéficos en las compañías mexicanas.

**HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS + IMAGINACION = CREATIVIDAD**

## A N E X O C.

Este anexo trata de los datos que son complementos para poder elaborar e interpretar las cartas de control estadístico.

Las gráficas de control sirven para detectar anomalías en los procesos de producción, con el objeto de investigarlas y eliminarlas para lograr un estado de control.

La siguiente tabla muestra la comparación de las cartas de control más usuales.

| Medida estadística dibujada | Media $\bar{X}$ y recorrido R<br>Media $\bar{X}$ y desviación<br>I individual<br>Suma acumulada (I - Ro)  | I de unidades defectuosas o<br>Cantidad de unidades<br>defectuosas $nc$  | Defectos por unidad u<br>Cantidad de defectos c   |
|-----------------------------|---|--|---|
| Tipo de datos requeridos    | Datos variables (valores medios de una característica).   | Datos de atributos (cantidad de unidades defectuosas del producto).  | Datos de atributos (cantidad de defectos por unidad de producto).   |
| Campo general de aplicación | Control de características individuales   | Control de fracción global de unidades defectuosas del proceso.  | Control del número global de defectos por unidad.   |
| Ventajas significativas     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Permite la máxima utilización de la información disponible a partir de los datos.</li> <li>2. Proporciona información detallada sobre la media y la variación del proceso para controlar las dimensiones individuales.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los datos necesarios están generalmente disponibles, procedentes de registros de inspección.</li> <li>2. Todo el personal lo entiende con facilidad.</li> <li>3. Proporciona una imagen global de la calidad.</li> </ol> | Las mismas ventajas que la gráfica $\bar{X}$ , pero proporciona también una medida del grado de gravedad del defecto. |
| Desventajas significativas  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. No se entiende a menos que se proporcione la formación adecuada. Puede haber confusión entre los límites de control y los límites de tolerancia.</li> <li>2. No se puede usar con datos del tipo "pasa-no pasa".</li> </ol>       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. No proporciona información detallada para controlar las características individuales.</li> <li>2. No reconoce diferentes producciones de defectos en las unidades del producto.</li> </ol>                               | No proporciona información detallada para controlar las características individuales.                                 |

Un proceso se encuentra en "estado de control" cuando todos los puntos están dentro de los límites de control de la gráfica y su movimiento no toma ninguna forma particular, como las que se mencionan a continuación:

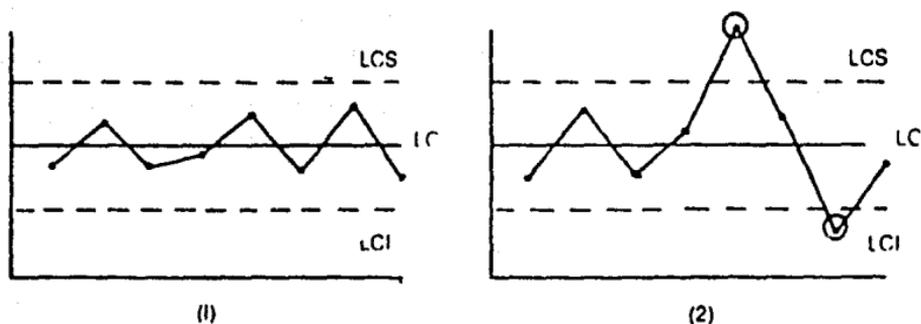


Fig 6.3. Gráficas de control (1) El proceso es estable.  
(2) Algo no-usual ocurre en el proceso (proceso no estable), hay puntos fuera de los límites de control

Esta tabla nos muestra los factores para poder calcular las líneas centrales y los límites de control para los gráficos de control según la ASTM-STP 15D.

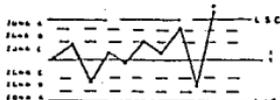
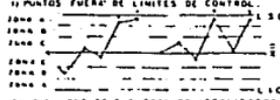
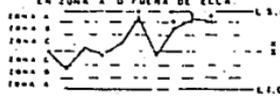
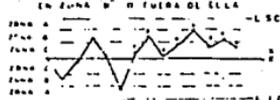
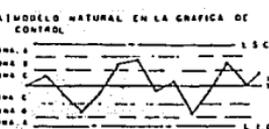
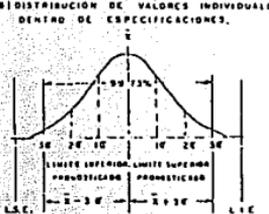
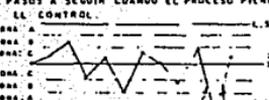
FACTORES PARA EL GRAFICO X - R

| Tamaño de Subgrupo<br>n | D<br>1 | A<br>2 | D<br>3 | D<br>4 |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
| 2                       | 1.128  | 1.880  | 0      | 3.267  |
| 3                       | 1.693  | 1.187  | 0      | 2.574  |
| 4                       | 2.059  | 0.796  | 0      | 2.282  |
| 5                       | 2.236  | 0.691  | 0      | 2.114  |
| 6                       | 2.534  | 0.548  | 0      | 2.004  |
| 7                       | 2.704  | 0.548  | 0.076  | 1.924  |
| 8                       | 2.847  | 0.433  | 0.136  | 1.864  |
| 9                       | 2.970  | 0.412  | 0.184  | 1.816  |
| 10                      | 3.078  | 0.362  | 0.223  | 1.777  |

La siguiente tabla es un resumen de las características de una carta de control para MEDIA y DISPERSION.

TABLA 3-ANEXO C.

# CONTROL DE CALIDAD

| MODELOS DE INESTABILIDAD   | <br><b>C. E. P.</b>  | PROCESO EN CONTROL Y HABILIDAD |       |        |       |        |       |        |       |        |       |   |
|--|---|--------------------------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|---|
| <p><b>1) PUNTOS FUERA DE LÍMITES DE CONTROL.</b></p>  <p><b>2) 2 PUNTOS DE 3 SUCCESIVOS LOCALIZADOS EN ZONA "A" O FUERA DE ELLA.</b></p>  <p><b>3) 4 PUNTOS DE 5 SUCCESIVOS LOCALIZADOS EN ZONA "B" O FUERA DE ELLA.</b></p>  <p><b>4) 8 PUNTOS SUCCESIVOS LOCALIZADOS A UN LADO DE LA LÍNEA C.</b></p>  | <p><b>PROMEDIO</b></p> $\bar{X} = \frac{\text{SUMA DE LECTURAS } X_i}{\text{NUMERO DE MUESTRAS}}$ <p><b>RANGO</b></p> $R = X_{\text{MAX.}} - X_{\text{MIN.}}$ <p><b>PRUEBA DE INESTABILIDAD O FALTA DE CONTROL</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) UN SOLO PUNTO FUERA DE LOS LÍMITES DE CONTROL (POR ALLÁ DE LA ZONA "A")</li> <li>2) DOS PUNTOS DE TRES SUCCESIVOS CAEN EN ZONA "A" O MAS ALLÁ</li> <li>3) CUATRO PUNTOS DE CINCO SUCCESIVOS CAEN EN ZONA "B" O MAS ALLÁ</li> <li>4) OCHO PUNTOS SUCCESIVOS LOCALIZADOS A UN SOLO LADO DE LA LÍNEA C</li> </ol> <p>SI UNA SUCCESION DE 7 PUNTOS HACIA ARRIBA O HACIA ABAJO.</p> <p><b>LÍMITES DE CONTROL:</b></p> <table border="1"> <tr> <td>ZONA A</td> <td>1.5 σ</td> </tr> <tr> <td>ZONA B</td> <td>1.0 σ</td> </tr> <tr> <td>ZONA C</td> <td>0.5 σ</td> </tr> <tr> <td>ZONA D</td> <td>0.2 σ</td> </tr> <tr> <td>ZONA E</td> <td>0.1 σ</td> </tr> </table> <p><b>LÍNEA CENTRAL:</b> <math>\bar{X}</math></p> <p><b>LÍMITES DE CONTROL ZONA A:</b> <math>\bar{X} + 1.5 \sigma</math> (L.S.C.)<br/> <math>\bar{X} - 1.5 \sigma</math> (L.I.C.)</p> <p><b>LÍMITES DE CONTROL ZONA B:</b> <math>\bar{X} + 1.0 \sigma</math> (L.S.C.)<br/> <math>\bar{X} - 1.0 \sigma</math> (L.I.C.)</p> <p><b>LÍMITES DE CONTROL ZONA C:</b> <math>\bar{X} + 0.5 \sigma</math> (L.S.C.)<br/> <math>\bar{X} - 0.5 \sigma</math> (L.I.C.)</p> <p><b>LÍMITES DE CONTROL ZONA D:</b> <math>\bar{X} + 0.2 \sigma</math> (L.S.C.)<br/> <math>\bar{X} - 0.2 \sigma</math> (L.I.C.)</p> <p><b>LÍMITES DE CONTROL ZONA E:</b> <math>\bar{X} + 0.1 \sigma</math> (L.S.C.)<br/> <math>\bar{X} - 0.1 \sigma</math> (L.I.C.)</p> | ZONA A                         | 1.5 σ | ZONA B | 1.0 σ | ZONA C | 0.5 σ | ZONA D | 0.2 σ | ZONA E | 0.1 σ | <p><b>A) MODELO NATURAL EN LA GRÁFICA DE CONTROL.</b></p>  <p><b>B) DISTRIBUCION DE VALORES INDIVIDUALES DENTRO DE ESPECIFICACIONES.</b></p>  <p><b>PASOS A SEGUIR CUANDO EL PROCESO PIENSA EL CONTROL:</b></p>  <p><b>RECONOZCA Y REMARQUE LAS CONDICIONES FUERA DE CONTROL.</b><br/> <b>IDENTIFIQUE LAS CAUSAS ESPECIALES.</b><br/> <b>AJUSTE LAS CAUSAS ESPECIALES.</b></p> |
| ZONA A   | 1.5 σ   |                                |       |        |       |        |       |        |       |        |       |   |
| ZONA B   | 1.0 σ   |                                |       |        |       |        |       |        |       |        |       |   |
| ZONA C   | 0.5 σ   |                                |       |        |       |        |       |        |       |        |       |   |
| ZONA D   | 0.2 σ   |                                |       |        |       |        |       |        |       |        |       |   |
| ZONA E   | 0.1 σ   |                                |       |        |       |        |       |        |       |        |       |   |
| <p>LOS MODELOS 2, 3, 4, NORMALMENTE INDICAN UN CAMBIO EN EL PROCESO DEL PROCESO Y DEBEN EFECTUARSE AJUSTES PARA RECENTRAR EL PROCESO A <math>\bar{X}</math>.</p> <p>RECONOCER LA CONDICION MUY FUERA DE CONTROL INVESTIGAR, IDENTIFICAR, Y REGISTRAR LAS CAUSAS ESPECIALES. (SI SON POSIBLES) CORREGIR LAS CAUSAS ESPECIALES (SI SON POSIBLES) DE NO SER POSIBLE, RECORRER AL SUPERVISOR.</p> <h2 style="text-align: center;">CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO</h2>   |   |                                |       |        |       |        |       |        |       |        |       |   |

## APENDICE D.

### ESPECIFICACIONES Y TOLERANCIAS.

Las sociedades industriales actuales, cuentan con fuentes de aprovisionamiento de materiales muy importantes, con proveedores y fábricas situadas en varios países y con productos y sistemas operando a escalas internacionales, la especificación escrita se ha convertido en un documento indispensable para la clara comunicación de las descripciones del producto.

El núcleo de la especificación es la lista de características esenciales y sus tolerancias. La finalidad de las tolerancias es dejar bien claro qué características son funcionales. Le corresponde al departamento de Diseño el participar en cualquier modificación de las exigencias funcionales y es el que tiene más autoridad para decidir lo que es funcional y lo que no es, mientras que al departamento de Calidad le corresponde reportar los casos de rechazo de productos no conformes.

Las tolerancias "irreales poco exigidas" se refieren a las tolerancias que son manejadas en la práctica por los departamentos productivos y las tolerancias "reales rigidamente exigidas" son las tolerancias publicadas por los proyectistas. Las tendencias recientes se encaminan a reducir las desviaciones que existen entre ambas tolerancias. Esto no significa que las tolerancias irreales se conviertan en tolerancias reales, más bien, quiere decir que se necesitan ambas partes para poder encontrar un punto que sea rentable para todos los departamentos.

Esta conversión no puede ser realizada mediante un proceso "legítimo" de hacer investigación de ingeniería y ordenar un cambio de diseño. Se necesitarían demasiadas investigaciones, y el lanzamiento de órdenes de cambio de diseño sería también un proceso demasiado laborioso. Hasta la fecha nadie ha encontrado la manera de cumplir esta conversión de forma rápida y económica. Todos los métodos en uso requieren de la observación estrecha de aquellas tolerancias que están creando el grueso de los problemas en cuanto a costo.

La selección puede hacerse de la lista de "perdidas más altas", de la lista de los productos para los cuales se está haciendo el 100% de inspección, de la lista de los productos con más rechazos (como se ha hecho en este trabajo), de la lista de los cambios o modificaciones al producto hecha por los consumidores.

Una vez que la lista de tolerancias sospechosas ha sido preparada, hay varias maneras de minimizar el esfuerzo de conversión:

- 1Q Establecer un orden de prioridad para los "pocos vitales" y tratarlos a través del procedimiento regular de cambio de diseño.
- 2Q Para tolerancias de menor importancia vital, crear un pequeño circuito para los cambios, por ejemplo: designar un equipo (un diseñador y un inspector de Control de Calidad) para hacer cambios sin tener que seguir el procedimiento completo, por ejemplo, el modificar los dibujos dentro del proceso.
- 3Q Alternativamente, si se descubre que la tolerancia en sí debe ser estricta, se debe de dejar la especificación sin cambiar, pero al revisar los planes de muestreo y al hacer las gráficas de control, se debe de aceptar una dispersión más amplia del producto. Después estas tolerancias deben ser revisadas por Ingeniería para su modificación.

42 Adoptar la regla que si el Departamento de Control de Calidad deja pasar tres veces el mismo defecto lo dejará pasar permanentemente ya que se tiene conciencia de que no perjudica funcionalmente al producto.

Más allá de estos métodos abreviados, hay una solución general que todavía no ha sido llevada a la práctica. Consiste en crear un nuevo sistema tolerancias y exigencias en todas las partes de los productos de manera que sean lanzadas en base a unas tolerancias "realistas rigidamente exigidas". Esto significará que habrá dos sistemas de tolerancia y exigencia en la compañía, simultáneamente. A medida que la etapa de diseños antiguos deje de tener validez, permanecerá en vigor solamente el nuevo sistema.

Las técnicas matemáticas para el establecimiento de las Tolerancias incluyen:

a).- Estudios de Regresión:

Se emplean los diagramas de dispersión para el establecimiento de tolerancias, en donde se representan dos ejes cartesianos (Mediciones sobre componentes críticos contra los Efectos sobre las necesidades de utilización).

b).- Tolerancias para dimensiones interrelacionadas:

Numerosos diseños implican "dimensiones interrelacionadas", esto quiere decir, que un ensamble puede consistir de ocho elementos, cada elemento está diseñado conforme a tolerancias que se relacionan por pieza. Entonces, la variación del conjunto estará relacionada a las variaciones de los elementos de acuerdo a la relación que exista entre sus tolerancias.

Esto permite el establecimiento de tolerancias más amplias en los diseños de estos elementos sin aumentar significativamente la no conformidad.

c).- Datos de Capacidad del Proceso:

A medida que los datos sobre la capacidad del proceso son elaborados y puestos a disposición de los diseñadores, las tolerancias pueden ser manejadas con holguras más estrechas o menos rígidas.

d).- Datos sobre el Costo de Precisión:

Una etapa posterior es cuantificar el costo real de alcanzar diversos niveles de precisión, por ejemplo, cómo aumenta el costo en diámetro a medida que disminuyen las tolerancias en milésimas.

e).- Clasificación por importancia:

Generalmente, la característica más importante también pide la mayor precisión. Por lo que, el uso de la clasificación de importancia de las características es también una guía general para la fijación de tolerancias

f).- Análisis del Valor:

Este es un método sistemático para mejorar las relaciones del costo y del valor, principalmente, en los nuevos diseños.

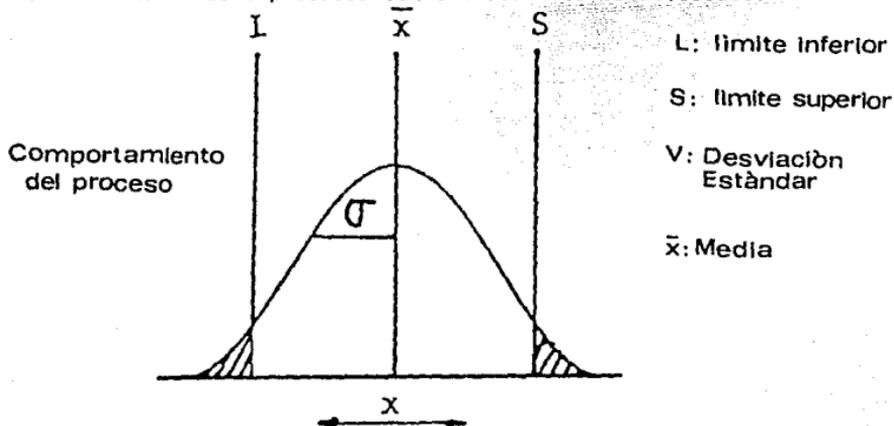
g).- Cuantificación de los parámetros:

El proyectista es el mejor entrenado y más experimentado especialista en cuanto a la cuantificación de algunos parámetros, una revisión de los diseños es considerada como una invasión sobre su monopolio. Esta es precisamente la intención, por la razón de que el diseñador no es el especialista más calificado en coste de fabricación, mantenibilidad, etc.

## ANEXO E.- INDICE DE LA CAPACIDAD DE CALIDAD DEL PROCESO.

El índice de la capacidad de calidad del proceso, es otra herramienta estadística, también conocido como índice de compatibilidad del proceso (cp)

El índice de la capacidad de calidad del proceso es una expresión cuantitativa de precisión de un proceso industrial en condiciones normales de operación y control, respecto a sus límites de especificación o tolerancia establecidos.



La fórmula básica para calcular el índice de la capacidad de calidad del proceso cp es la siguiente:

$$cp = \frac{S - L}{6\sigma}$$

(seis sigma)

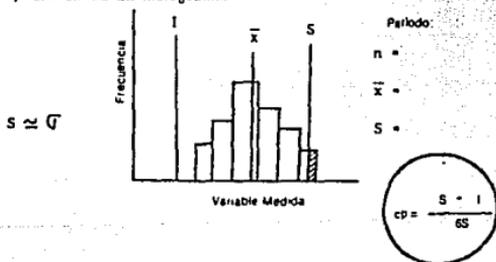
## APLICACIONES IMPORTANTES:

Las aplicaciones más importantes del índice de la capacidad del proceso son:

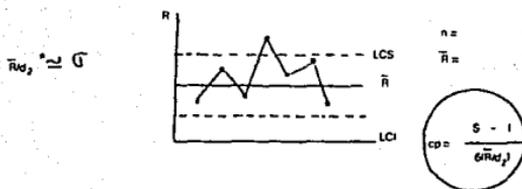
- Hacer comparaciones entre especificaciones de producto y proceso.
- Selección de nuevo equipo.
- Evaluación de eficiencia de mantenimiento.
- Comparación entre maquinaria disponible.
- Evaluación periódica de la calidad del producto.
- Análisis de problemas causados por materias primas.
- Análisis de diferencias entre operadores, turnos, líneas de producción etc.
- Determinar las nuevas tolerancias o límites de especificación en el proceso.
- Evaluación periódica de proveedores y contratistas.
- Ajuste de máquinas para su operación normal.
- Información para mantenimiento preventivo.

Las fórmulas específicas a utilizar, según la presentación de los datos son las siguientes:

a) Utilizando un histograma.



b) Utilizando una gráfica de control R.



$d_2$ : constante de rango que depende del tamaño de la muestra (n)

| n | $d_2$ |
|---|-------|
| 3 | 1.693 |
| 4 | 2.059 |
| 5 | 2.328 |

## BIBLIOGRAFIA:

- 1.- CALIDAD EL SECRETO DE LA PRODUCTIVIDAD.  
Ing. Felipe de J. Arrona H.  
Mèxico.  
1986.
- 2.- CONTROL INTEGRAL DE CALIDAD.  
Ing. Javier Venegas Suárez  
Monterrey, Nuevo León, Mèxico.  
1985.
- 3.- GUIDE TO QUALITY CONTROL.  
Dr. Kaoru Ishikawa  
Asian Productivity Organization  
Tokio, Japon.  
1976.
- 4.- MANUAL DE CONTROL DE LA CALIDAD  
Dr. J.M. Juran  
Dr. Frank M. Gryna, J.R.  
R.S. Bingham, J.R.  
Barcelona, España  
1987.
- 5.- APUNTES DEL PROGRAMA FORD-ITEMS.  
CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO PARA  
PROVEEDORES Y LA INDUSTRIA NACIONAL.  
Módulos I, III, IV, V, VI.  
Instituto Tecnológico de Estudios  
Superiores de Monterrey.  
Monterrey, N.L., Mèxico.  
1986.
- 6.- APUNTES DEL 1er. CURSO INTERNACIONAL DE  
CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD.  
Módulo VII.  
Universidad Nacional Autónoma de Mèxico  
Palacio de Minería.  
Mèxico, D.F.  
1989.

7.- CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD.  
Dr. Armand V. Feigenbaum.  
Mèxico, D.F.  
1989.

8.- REVISTA DE LA INDUSTRIA NACIONAL  
DE AUTOPARTES ( I.N.A. ).  
Año 1 Nùmeros 13 y 14 Agosto de 1989.  
Año 1 Nùmero 16 Septiembre de 1989.  
Año 1 Nùmero 21 Noviembre de 1989.  
Mèxico, D.F.