

01167

12  
20



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

MEJORAMIENTO CONTINUO UTILIZANDO EL  
METODO DE DEMING

**T E S I S**

PRESENTADA POR:  
**ING. MARGARITA PATRICIA ORTEGA CEDILLO**  
PARA OBTENER EL GRADO DE:  
**MAESTRA EN INGENIERIA**  
**( P L A N E A C I O N )**



MEXICO, D. F.

Noviembre 1996

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

**MEJORAMIENTO  
CONTINUO  
UTILIZANDO  
EL METODO DE  
DEMING**

Nuevamente para ti, esperando que donde te encuentres disfrutes tanto como yo este trabajo, fruto de la motivación que me dejaste, mi querido y extrañado " Adalberto " .

A mis padres:  
" Margarita y Adalberto "

A mis hermanos:  
" Lino, María, Petra, Alejandro y Jorge "

Por su paciencia, apoyo y confianza otorgada en la realización de esta tesis.

A mi razón de seguir, mi pequeño y adorado " José Alberto " para que sea una motivación en tu futura formación profesional.

Agradezco a Ruben Tellez Sánchez por el apoyo y asesoría en la realización de esta tesis.

De igual manera quiero agradecer a :  
Francisco Garfias Campos, José Jesús Acosta Flores,  
Gonzalo Negroe Pérez, y Ricardo Aceves, por sus  
comentarios y sugerencias en la revisión de este trabajo.

Finalmente a Ford Motor Company Cuautitlan, agradezco el haberme permitido llevar acabo la aplicación de este trabajo en su planta de fundición.

Especialmente expreso mi gratitud y admiración a Elías Montoya González por su ayuda , sugerencias y atinadas observaciones en el desarrollo de esta tesis.

Así mismo mi agradecimiento a :  
Carlos Vargas, Miguel Hidalgo, José Moran, Mayra Bernal, Raúl Alvarado, Juan Sánchez y el personal de fusión por su valiosa colaboración.

Patricia.

# INDICE

Pag

## CAPITULO 1. INTRODUCCION

1.1	Antecedentes	1
1.2	Problemática	2
1.3	Propósito de la tesis	3

## CAPITULO 2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES ENCAMINADOS HACIA EL MEJORAMIENTO CONTINUO

2.1	Razón de ser de una empresa	4
2.2	Calidad	4
2.2.1	Concepto tradicional	4
2.2.2	Desarrollo hacia el nuevo concepto	6
2.2.3	Estructura de un sistema de calidad	7
2.3	Control de Calidad	9
2.3.1	Concepto tradicional de Control de Calidad	10
2.3.2	La nueva filosofía de Control de Calidad	11
2.4	Importancia de los procesos en orden a su mejoramiento	12
2.4.1	Conceptos de proceso y mejoramiento del proceso	12
2.4.2	El mejoramiento del proceso mejora la productividad	14
2.5	Importancia de la Estadística	15

## CAPITULO 3. MEJORAMIENTO CONTINUO UTILIZANDO EL METODO DE DEMING " PDCA "

3.1	Enfoque Deming	18
3.2	Los catorce puntos de Deming	18
3.3	Definición de Mejoramiento Continuo	24
3.4	Mejoramiento continuo como resultado de la interacción de las actividades de investigación, diseño, manufactura y ventas.	24
3.5	Comparación entre la forma tradicional de proceder y el concepto moderno de control de calidad aplicando el método de Deming	26
3.6	Aplicación del método de Deming " PDCA " en cada etapa del proceso	27
3.7	Pasos a seguir en el método de Deming "PDCA"	28
3.8	Garantía de calidad como resultado de utilizar el método de Deming " PDCA "	30
3.9	Medición de resultados	31

## **CAPITULO 4. HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN EL MEJORAMIENTO CONTINUO**

4.1	Herramientas Estadísticas	34
4.1.1	Diagrama de Pareto	34
4.1.2	Histogramas	36
4.1.3	Diagrama Causa-Efecto	38
4.1.4	Diagrama de dispersión	40
4.1.5	Estratificación	41
4.1.6	Gráficas de Control	42
4.1.7	Hojas de verificación	44
4.2	Herramientas Administrativas	45
4.2.1	Diagrama de afinidad	45
4.2.2	Diagrama relaciones	46
4.2.3	Diagrama matricial	46
4.2.4	Análisis matricial de variaciones	47
4.2.5	Diagrama de árbol	47
4.2.6	Carta de proceso para decisiones programadas	48
4.2.7	Diagrama de flechas	48

## **CAPITULO 5. CASO DE LA PLANTA DE FUNDICION DE FORD MOTOR COMPANY**

6.1	Antecedentes	50
6.1.1	La fundicion y la industria automotriz mexicana	50
6.1.2	Ford Motor Company	50
6.2	Aplicación del método de Deming " PDCA "	65

## **CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES** 84

<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>86</b>
---------------------	-----------

## **CAPITULO I**

# **INTRODUCCION**

## 1.1 ANTECEDENTES.

A través de mi estancia en la Maestría en Ingeniería " Planeación " de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería en la UNAM, conocí diferentes metodologías, enfoques, técnicas y herramientas, que ayudan a complementar la formación profesional de los estudiantes, para solucionar los diversos problemas que se presentan en los sistemas productivos.

Las asignaturas que curse en dicha Maestría, me permitieron de alguna manera reconocer dentro de los sistemas productivos los alcances y limitaciones con que cuentan, y así aplicar las técnicas adecuadas sin alejarse de la realidad, para poder ofrecer un servicio digno y confiable a nuestra sociedad.

En nuestra era contemporánea, se han dado cambios que han surgido de las necesidades de la sociedad. Debido a lo anterior han surgido nuevos conceptos Enfoque de Sistemas, Estrategias Competitivas, Planeación, Alta Dirección, Reingeniería de Negocios, Calidad y Mejora Continua, entre otras. Sin embargo, estos conceptos son muy amplios, para poder hablar de ellos es necesario que se de una integración y al mismo tiempo un involucramiento, es decir, que haya una identificación entre todos los participantes de la empresa de que se trate, para que en conjunto se mejore el nivel de vida y ambiente de trabajo.

En las organizaciones actuales hay dos características muy importantes que las describen que son: Burocracia y Jerarquización. La primera ha provocado que las operaciones de la organización se realicen de manera específica y determinada, es decir, que cada trabajador es responsable únicamente de sus funciones, se le toma en cuenta en función al trabajo que desempeña y no como parte de la organización. La segunda se refiere a que para la toma de decisiones, se realiza en base al nivel de autoridad, empezando por la cabeza, perdiendo fuerza al ir descendiendo la posición jerárquica de un empleado.

En países subdesarrollados, específicamente el nuestro a parte de las características antes mencionadas hay una tercera que es la escasa educación de los trabajadores.

Lo anterior repercute principalmente, en que la calidad de los productos y servicios va en constante deterioro y la productividad de las organizaciones ha descendido a niveles muy bajos.

Por lo antes mencionado considero que la mejora continua es un concepto muy aplicable a cualquier sistema productivo e inclusive a nuestra propio sistema de vida. Para lograrlo sólo se necesita que los dirigentes den la oportunidad a sus trabajadores a que utilicen su talento, creatividad y potencial. En otras palabras, la gente sabe y puede hacer las cosas bien siempre y cuando se le permita; no se trata de empujarla sino de dirigirla, no se trata de obstaculizarla dándole órdenes y planes prefabricados sino de estimular su desarrollo de su potencial creativo y apoyar su tendencia natural hacer las cosas bien.

Aplicar una buena metodología que se ajuste a las necesidades y expectativas de la empresa se pueden obtener resultados muy satisfactorios.

Durante la maestría tuve la oportunidad de tomar algunos seminarios y cursos encaminados al mejoramiento continuo de los procesos, basado en métodos y habilidades para el liderazgo y administración de la calidad, no solamente en industrias sino en servicios e instituciones educativas y gubernamentales. Uno de estos métodos que me pareció muy importante y aplicable a nuestros sistemas productivos nacionales fue el Método del Dr. Deming llamado " *Plan, Do, Check, Action* " (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), razón por la cual decidí elaborar mi trabajo en este tema.

Para su realización fue necesario hacer una investigación a través de la Sociedad Mexicana de Fundidores A.C., para la cual me entreviste con varios Ingenieros de diferentes empresas. Según las características del método "PDCA", la empresa que más se prestaba para la aplicación de dicho método fue Ford Motor Company S.A. de C.V. en su planta de Fundición, por lo tanto es la planta en la que se analizaran las aplicaciones correspondientes a este trabajo.

Conseguí a través del gerente de la planta de fundición una visita para llevar a cabo el recorrido dentro de la planta y observar todos los procesos productivos y así decidir sobre cual de ellos enfocar dicha aplicación.

Dadas las características del proceso de fundición y tomando en cuenta que la planta de fundición de Ford Motor Company tiene un proceso muy extenso, únicamente me enfocare al proceso de fusión, por ser el área más representativa de toda la fundición y que además reúne todas las características para llevar a cabo la aplicación del método de Deming " PDCA " encaminado al mejoramiento continuo.

## **1.2 PROBLEMÁTICA.**

Debido a la situación Politico-Económica que vive nuestro país, es necesario que todos los sectores productivos hagan un esfuerzo por aumentar su productividad y en conjunto mejorar la productividad del país con el fin de evitar disturbios en el mismo.

Sin embargo la situación es crítica, porque la deficiente administración de los recursos del país han ocasionado que se presenten consecuencias tales como: el desempleo, la escasa educación de los trabajadores y la inflación entre otras. Esto ha repercutido en los costos de producción muy elevados, precios muy altos, carencia de productos básicos, servicios de mala calidad, devaluaciones, falta de tecnología; los cuales nos han conducido a tener un nivel de productividad bajo comparado con otros países.

Es por esto que en países como el nuestro, se les debe poner especial atención a los recursos que se tienen y que pueden ser manejados para obtener los mejores beneficios, me refiero principalmente al recurso humano, que es la parte más importante para aumentar la productividad.

Lo anterior significa que la productividad depende directamente del hombre y por lo tanto se le debe motivar, para sentirse parte de la organización y que ayude a lograr los objetivos de la misma; el mejoramiento continuo de los procesos y el trabajo en equipo o en grupos se considera como una herramienta para lograr tal motivación.

El presente trabajo nos plantea una metodología existente para el mejoramiento continuo de los procesos como un elemento útil que motive a la gente en su trabajo laboral, de tal manera que se pueda mejorar su rendimiento y lograr el objetivo de la organización.

### **1.3 PROPOSITO DE LA TESIS.**

El propósito del presente trabajo es mostrar el método de Deming "PDCA" ( Planear, Hacer, Verificar y Actuar ) como un elemento de gran utilidad dentro de la Planeación y al mismo tiempo comprobar que se trata de una herramienta para mejorar los procesos productivos en cualquiera de los negocios, es decir, pretende motivar al personal en sus actividades para que en conjunto mejoren la productividad de la organización.

Se enfoca a la aplicación práctica del método de Deming "PDCA " en la fundación que utilizó una empresa automotriz de iniciativa privada, aunque puede utilizarse en otro tipo de agrupaciones, haciéndole algunos cambios en la terminología, para así poder identificar las políticas de la agrupación.

El contenido del documento está distribuido de la siguiente manera :

En el capítulo 1 se comentó brevemente, bajo qué justificación se utilizó el método de Deming "PDCA" ; así como sus alcances y limitaciones.

El capítulo 2 establece los conceptos fundamentales encaminados al logro del mejoramiento continuo de los procesos, enfocándose principalmente a la razón de ser de una empresa ; conceptos de calidad, control de calidad, así como su desarrollo y estructura.

El capítulo 3 consiste en la parte medular de este trabajo, el mejoramiento continuo, empezando por su definición, importancia, estructura y finalmente la medición de los resultados.

El capítulo 4 se hace un breve análisis de los instrumentos, tanto administrativos como estadísticos, que apoyan grandemente al desarrollo y buen funcionamiento del método de Deming "PDCA".

El capítulo 5 es la parte más interesante, pues trata de la aplicación del método de Deming "PDCA" a un caso real. Finalmente en el capítulo 6 expongo mis conclusiones y algunas recomendaciones.

## CAPITULO 2

# **CONCEPTOS FUNDAMENTALES ENCAMINADOS HACIA EL MEJORAMIENTO CONTINUO**

## 2.1 RAZON DE SER DE UNA EMPRESA.

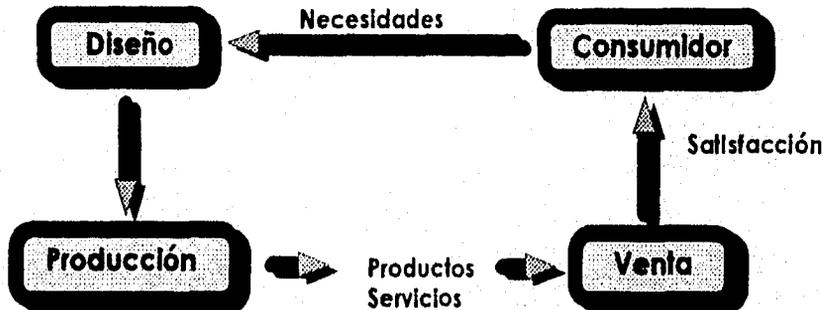
La actividad de producción de bienes y servicios conceptualmente es la misma en cualquier tipo de industria y en cualquier parte del mundo.



Consiste básicamente en transformar insumos en productos o servicios, a través de cierto proceso de producción, el cual es la parte principal.

Elaborar productos o proveer servicios se debe a la existencia de un consumidor; es el quien da lugar al diseño, la producción, la venta de dichos productos y servicios, y la obtención de utilidades que es la condición indispensable para la sobrevivencia, consolidación y crecimiento de la empresa. Es el consumidor la razón de ser de la empresa, por tanto la empresa debe orientarse a satisfacer sus necesidades y expectativas.

El siguiente diagrama nos muestra lo anteriormente expuesto:



## 2.2 CALIDAD.

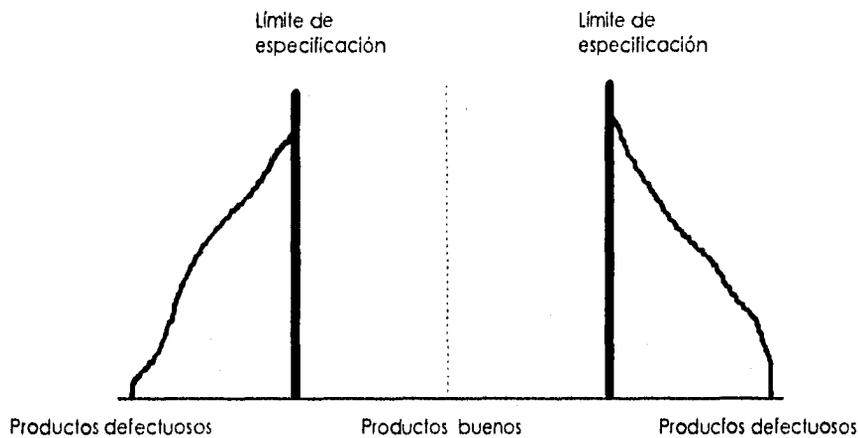
### 2.2.1 CONCEPTO TRADICIONAL DE CALIDAD.

En este concepto, la calidad tiene que ver casi exclusivamente con las especificaciones. Un artículo tiene calidad si cumple con las especificaciones establecidas. En la medida en que no las cumplen, deja de tener calidad.



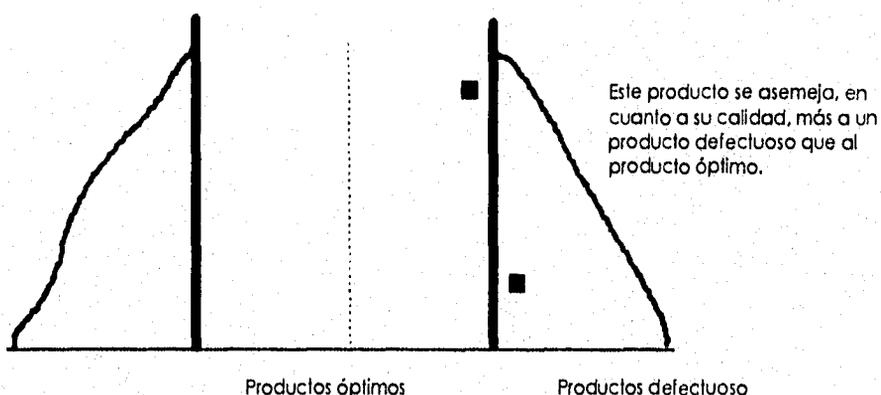
Las especificaciones se establecen dentro de ciertos límites, llamados límite superior y límite inferior.

Es común que se establezcan límites de especificación. Si el producto está dentro de dichos límites, se le considera como bueno; si está fuera, se considera defectuoso.



En el método de calidad tradicional, si bien es cierto, la calidad tiene que ver con especificaciones. Estas son la base de los contratos y cualquier Interpretación diferente en el significado de alguno de los términos usados en las especificaciones conduce a malos entendidos y a problemas futuros.

En el concepto de calidad tradicional, se dice que un producto tiene calidad sólo por el hecho de que ha sido fabricado dentro de los límites de especificación, sin embargo, los productos cercanos a dichos límites se asemejan en calidad, con mayor frecuencia a los que están fuera de los límites que a los que están en el centro de las especificaciones, sin embargo estos se consideran como buenos.



El hecho es que no hay normas perfectas, sean estas nacionales o internacionales; lo cual se debe a que quienes establecen las especificaciones no siempre tienen los criterios adecuados, como a que las especificaciones no son actualizadas constantemente. Por lo anteriormente expuesto, dichas normas son, deficientes.

De ahí que sea frecuente el caso de productos que cumplen con especificaciones y que, sin embargo, no son a entera satisfacción del cliente.

Es necesario tomar un nuevo punto de referencia para definir que es calidad, ya que estamos en una nueva era económica de mercados globales, estándares internacionales de calidad, etc.; por lo tanto, no podemos seguir viviendo con los niveles comúnmente aceptados de retrasos en los procesos, errores, materiales defectuosos y mala preparación de los trabajadores.

Es necesario dar un cambio que nos ayude a mejorar nuestra productividad, para ello un camino seguro es mejorar continuamente la calidad.

Sin embargo, existen obstáculos que nos impiden mejorar la calidad tales como:

- \* Filosofías de administración obsoletas.
- \* Cultura organizacional deficiente.
- \* Falta de conocimientos (de trabajo y de como mejorarlo).
- \* Burocracia en exceso.
- \* Jerarquización muy marcada etc.

Con lo anterior no quiero decir, que para mejorar la calidad se tenga que dar un cambio en la cultura de las organizaciones, me refiero a que debe haber un cambio en el carácter de las mismas, a corto y a largo plazo. Si se mantiene este cambio a través de una generación, entonces podemos decir, que puede haber un cambio en la cultura.

## **2.2.2 DESARROLLO HACIA EL NUEVO CONCEPTO.**

A través del tiempo se ha cuestionado a cerca de la definición de **calidad** por ejemplo:

### **En los años sesenta:**

Se decía que calidad " Es el producto o servicio que satisface la necesidad del cliente ".

### **En los años ochenta:**

Se decía que calidad " Es el producto o servicio que satisface las necesidades y expectativas del cliente a un costo razonable y con oportunidad ".

### **Actualmente:**

Dado por la competencia nacional e internacional de los productos, se define a la calidad por algunas industrias principalmente del ámbito mundial como:  
" El producto o servicio que entusiasma al cliente y lo convierte en el principal promotor de la empresa que se trate ".

Bajo el nuevo marca conceptual, **calidad**, es un proceso mental, por lo tanto depende del hombre. El es el único que la puede modificar su significado de acuerdo a su época y necesidades.

Al igual que la Calidad, como ejemplo, las palabras " Música ", " Pintura " Tecnología " y otros nombres de actividades que dependen del hombre, no han cambiado, pero si han sufrido transformaciones en su definición, a través del tiempo de acuerdo a las necesidades.

**Para lograr la calidad**, se requiere ser educado en ese sentido, es decir, hacer **bien** las cosas **siempre** y a la **primera**, ya que con esto se mantendrá una autocapacitación en el logro de la calidad.

Debemos de entender y aclarar que la calidad no es instantánea, no se compra o se vende como cualquier producto en el mercado, la calidad se **logra**.

### **2.2.3 ESTRUCTURA DE UN SISTEMA DE CALIDAD.**

Para poder trabajar en el mejoramiento no sólo de los procesos, sino en cualquiera de las necesidades de crecimiento, tenemos que estructurar un sistema de calidad que tome en cuenta los siguientes pasos:

#### **1. CONCIENTIZACION.**

Consiste en reconocer e identificar la condición actual de la empresa, utilizando la mayor cantidad de información con datos reales, sin importar si los resultados a analizar son buenos o malos, tomando en consideración que en algunos casos los datos son indispensables; una vez hecho lo anterior, se debe concientizar fuertemente a todos los niveles de la empresa en el logro del crecimiento y así poder adquirir el compromiso y por lo tanto una la mayor participación de todos, con una actitud positiva ante cualquier obstáculo y con un involucramiento total y constante. Esta es la parte más importante, por lo tanto, es en la que debemos dedicar la mayor cantidad de tiempo. El logro positivo de este punto es indispensable para continuar con los pasos siguientes, un alto porcentaje de la concientización de cada uno de los miembros de la organización depende en un alto grado de la cantidad, calidad y de la forma en que se presente la información.

#### **2. PRIORITIZAR LAS ACCIONES.**

Consiste en aplicar los recursos en lo importante, o bien en lo que con mayor rapidez y/o menor costo nos de los más grandes beneficios mismos que utilizaremos para poder atacar con ellos lo que continúe en la prioridad de aquello que estamos tratando de lograr.

### **3. PROCEDIMIENTO.**

El tercer paso consiste en establecer un plan de acción, con un programa de trabajo lo mejor y más detallado posible, evitando que se escapen cosas que posteriormente serán importantes, además de desarrollar los manuales o procedimientos escritos que garanticen la estandarización y con esto ya se puede tener la guía o el camino a seguir.

### **4. CAPACITACION Y ADIESTRAMIENTO.**

Este paso es muy importante, debiendo ser considerado desde el aprendizaje básico, pasando por el teórico-práctico dependiendo de lo que se este atacando, y de ser posible buscar que sea personalizado para obtener los mayores beneficios; en este punto existen tres partes importantes, el adiestramiento, la consistencia y el dar los reconocimientos tanto positivos como negativos para poder identificar lo bueno y lo malo. En general, considero que este punto es muy importante para el crecimiento y es un apoyo que de no existir, todo lo demás que se realice, será por poco tiempo y por lo tanto habrá que repetir el ciclo completo.

### **5. MEDICION DE AVANCES Y RESULTADOS.**

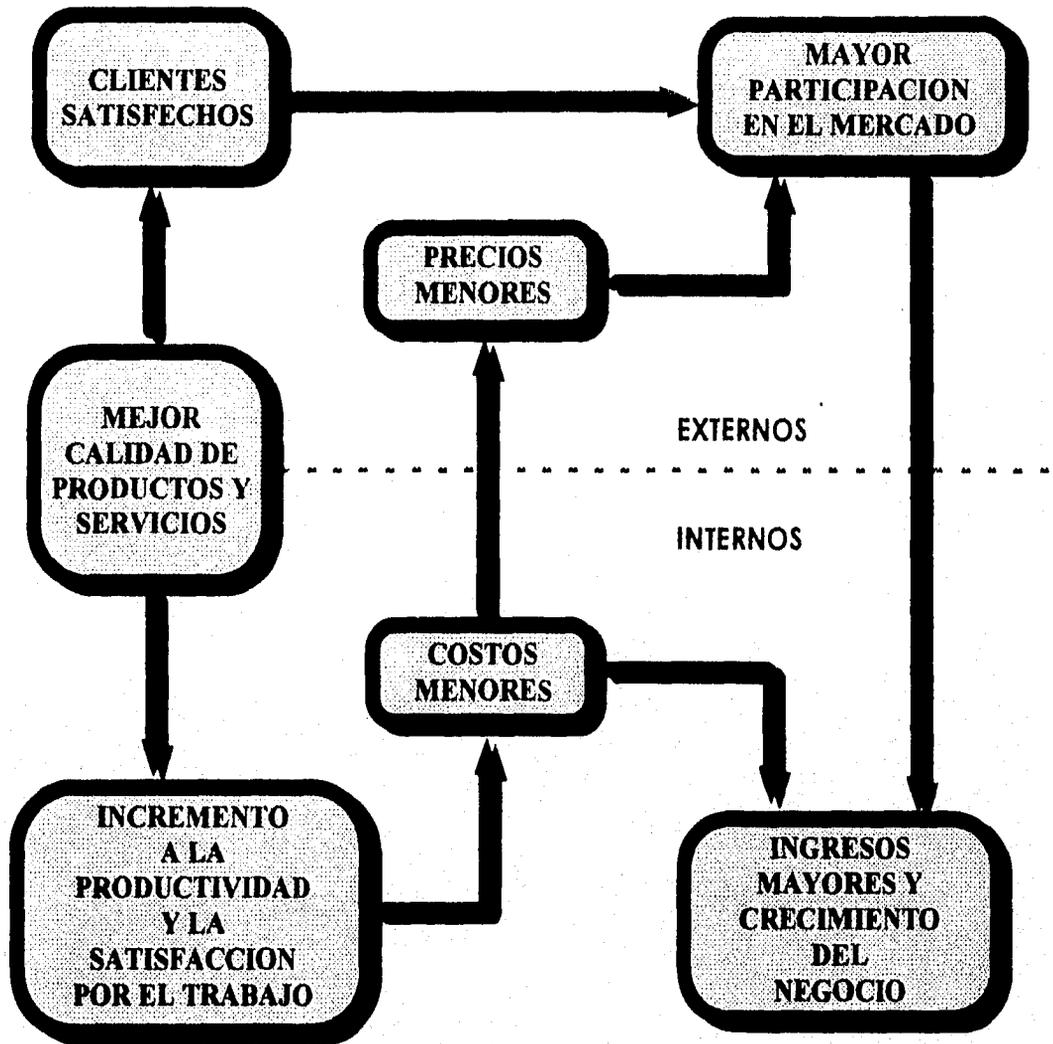
Este paso, lo podemos realizar con la ayuda de herramientas que nos serán de gran utilidad como son : la autocertificación, el autocontrol, control estadístico del proceso, explicación de resultados y auditorias al sistema, entre otras.

### **6. MEJORA CONTINUA - KAIZEN**

Por último ya sólo nos queda con ayuda del paso anterior, el mejoramiento continuo, dirigiendo nuestras acciones e involucramiento hacia la actividad que todo ser humano necesita, el apoyo a la innovación , enseñando con el ejemplo la participación global y en equipo, mejorando nuestros procesos con la participación de todos, midiéndonos y haciendo las con la competencia para establecer nuevos retos, dando facilidad para la aplicación de las herramientas de administración y métodos estadísticos, es decir, humanizar al máximo nuestras acciones. En el capítulo siguiente se trata mas a detalle este tema.

La realidad es que con estos pasos aparentemente simples, y siguiéndolos con toda claridad es posible lograr de aquello que queremos mejorar, la obtención inclusive de cosas más allá de lo imaginado sobre todo que lo requerimos y necesitamos en nuestra Industria, Escuela, Despacho, Taller, Oficina y en general en nuestra vida diaria.

En el siguiente diagrama podemos ver los beneficios que nos proporciona este sistema de Calidad:



### 2.3 CONTROL DE CALIDAD.

El sistema administrativo del Control Total de Calidad se basa en un nuevo concepto que actualmente se tiene de Control de Calidad.

Por Control de Calidad en su concepción moderna, se entiende un sistema de procedimientos para producir en forma económica bienes y servicios que no sólo satisfagan los requerimientos del consumidor o cliente, sino que se debe considerar como la parte vital de la existencia de las empresas y por lo tanto se deben realizar

acciones que excedan sus requerimientos y expectativas, que lo dejen totalmente satisfecho y que se convierta en el principal promotor de los productos y/o servicios que le sean suministrados por la empresa en cuestión.

Para comprenderlo mejor conviene destacar tres aspectos:

**A. Un cambio de actitud.**

En lugar de hacer una inspección, al término de la línea de producción o del servicio prestado, para ver que artículos o servicios son buenos y cuales no, hay que entender al proceso de la producción para mejorarlo, tomando como base la retroalimentación estadística de una auditoría de embarque o de entrega dependiendo de lo que se trate.

**B. Un nuevo punto de referencia.**

Los productos deben satisfacer no sólo los requerimientos de los consumidores, también sus expectativas, dejándolos totalmente satisfechos y buscando que se conviertan en los principales promotores del producto o servicio que les sean suministrados. Por eso, el punto de referencia para definir la calidad es el hecho de que los productores respondan a dichas expectativas.

**C. Una nueva filosofía.**

Se debe emprender un proceso de mejoramiento continuo para que la empresa pueda ser consolidada en un mercado de gran competitividad.

### **2.3.1 CONCEPTO TRADICIONAL DE CONTROL DE CALIDAD.**

El concepto tradicional de Control de Calidad proviene de la teoría de Taylor, cuyas características de aplicación se describen a continuación:

- Un grupo de especialistas diseña el producto y planea el sistema de producción.
- El producto se diseña de acuerdo con especificaciones oficiales y en algunos casos utilizando especificaciones provenientes de las políticas de la empresa.
- Los obreros se capacitan en esas instrucciones y políticas, limitándose a seguir instrucciones.
- Los supervisores cuidan que los operarios realicen su trabajo de acuerdo a dichas instrucciones.
- Al final del proceso de producción y antes de que los productos salgan al mercado Control de Calidad verifica que productos cumplen con los requisitos de calidad y cuales no.

El concepto de Control de Calidad expuesto anteriormente se puede representar mediante la siguiente figura:



### 2.3.2 LA NUEVA FILOSOFIA DE CONTROL DE CALIDAD.

Hoy en día la nueva filosofía de la administración de control de calidad, parte de algunos cambios de raíz llevados a cabo sobre el concepto del modelo tradicional de la administración del Control de Calidad en donde se tenía una inspección final de la producción, por lo tanto, a continuación se resumen las siguientes observaciones a ese respecto:

- La inspección final es **inoperante**, esta no mejora la calidad del producto, sólo descubre que productos son buenos y cuáles no. Permite en la mayoría de los casos, ofrecer al cliente productos de calidad, pero a un costo muy elevado.
- La inspección final es **costosa**, pues implica: cubrir gastos de un departamento que no da valor agregado al producto lo cual repercute en el costo final del mismo y por lo tanto, en su precio de venta al público.
- La inspección final disminuye la **moral de los trabajadores**, pues hace aparecer al producto defectuoso como resultado de la actuación de ellos, y no del sistema de calidad o administración del mismo.
- El incorporar la inspección final, significa que el sistema administrativo acepta trabajar con un **proceso mal planeado** y contar **siempre** con un porcentaje elevado de **productos defectuosos**.

La administración requerida en la solución de los inconvenientes que fueron anotados anteriormente se puede expresar de la siguiente manera:

“ Mas que recurrir a una inspección final, se debe atender al proceso mismo, detectando los defectos y poniendo las acciones correctivas correspondientes para prevenirlos en adelante, trabajar con detección en lugar de corrección. ”

Esta nueva corriente supone que la calidad es objeto de **planificación** y que se consigue como resultado de un **mejoramiento del proceso**.

## **2.4 IMPORTANCIA DE LOS PROCESOS EN ORDEN A SU MEJORAMIENTO.**

### **2.4.1 CONCEPTOS DE PROCESO Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO.**

#### **Proceso.**

Es el conjunto de acciones o pasos que se dan, con el fin de que determinados insumos interactuen entre sí, para obtener un determinado resultado.

Se llaman factores causales a los insumos que interactúan entre sí y características de calidad, a los resultados de dicha interacción.

Los factores causales en un proceso se suelen agrupar en torno a cuatro o cinco rubros que son los siguientes:

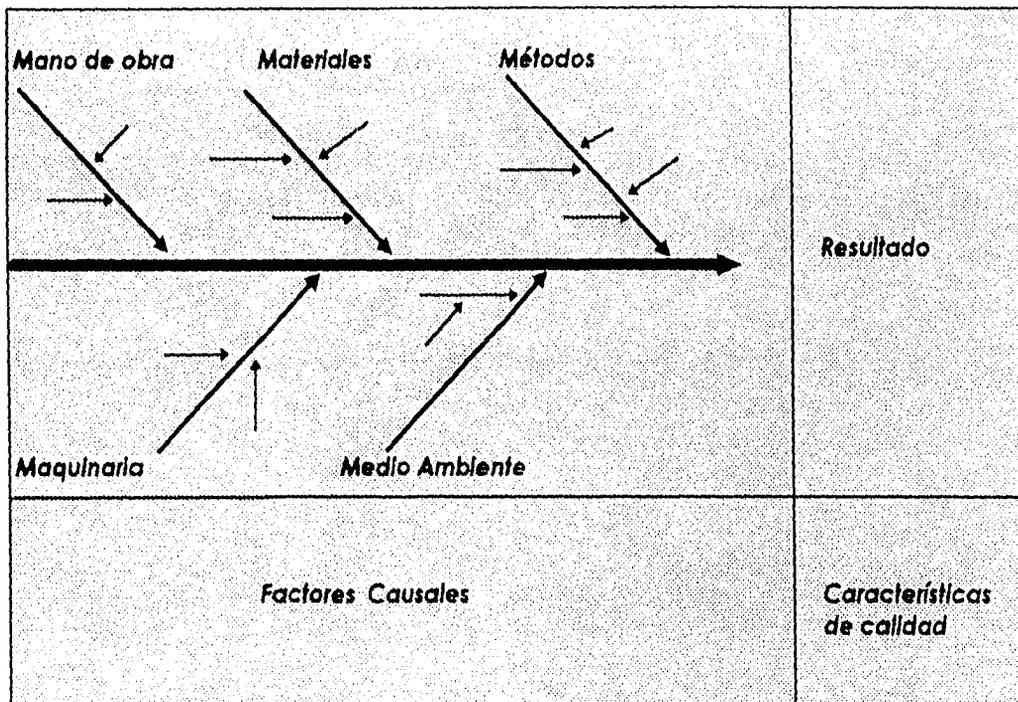
Agrupación en cuatro rubros (4 M's) :

- máquinas,
- materiales,
- métodos,
- mano de obra.

Agrupación en cinco rubros (5 M's) :

- máquinas,
- materiales,
- métodos,
- mano de obra,
- medio ambiente

Este concepto de proceso lo podemos expresar de la siguiente manera:



El concepto no se limita únicamente al proceso de producción de una fábrica, también son considerados como procesos, la serie de pasos relacionados con el diseño, compras, ventas y en general todas las actividades administrativas, pues en ellas se da un conjunto de factores causales a cuya interacción se debe un determinado resultado, y por lo tanto el modelo antes expuesto también se aplica.

En general, toda actividad en la que de alguna forma se da una transformación de insumos se debe considerar como un proceso.

### Mejoramiento del proceso.

Los sistemas administrativos tradicionales de control de calidad están generalmente acostumbrados a operar con un rendimiento que tiene en cuenta un determinado porcentaje de desperdicio. Sólo cuando este se dispara consideran situación de emergencia y proceden a normalizar la situación.

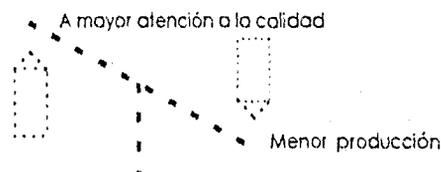
La nueva filosofía administrativa de control de calidad, considera esta situación como indeseable, el desperdicio que existe debe ser eliminado en forma consistente bajo el concepto de la mejora continua y por tanto, cualquier cosa diferente a este concepto se considera como **problema** al que se debe dar una solución. En otras palabras debe ser considerando como problema cualquier resultado indeseable de un trabajo.

El problema se saluciona en la medida en la que se mejora el resultada. Esta es la medida en que el desempeño del proceso alcanza un mejor nivel, es decir, es la medida de **mejorar el proceso**; que trae como consecuencia una mayor calidad en el producto y por lo tanto un menor costo.

## 2.4.2 EL MEJORAMIENTO DE PROCESOS MEJORA LA PRODUCTIVIDAD.

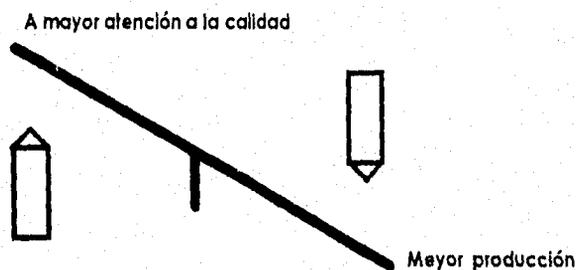
En los sistemas administrativos tradicionales se pensaba que la calidad y la productividad eran valores incompatibles, de manera que el mejoramiento de la calidad necesariamente suponía una disminución en la productividad; o viceversa.

Para mayor comprensión se muestra en el siguiente diagrama la relación entre Calidad y Productividad en el esquema tradicional del sistema de Calidad.



En el sistema tradicional, si el sistema no se cambia el diagrama anterior es exacto, ya que en una empresa que sea más exigente respecto a la calidad, evidentemente serán menos los productos que cumplan con especificaciones más estrictas y por lo tanto el incremento en los desperdicios y menores productos saldrían al mercado.

Ahara la administración de la calidad considera que a medida que mejora la Calidad, se incrementa la productividad, ya que se disminuyen los desperdicios con la mejora continua de los procesos, es decir, con los mismos insumos se obtienen productos de mejor calidad y en mayor cantidad y por lo tanto el incremento en la satisfacción de los clientes con la absorción de mayor cantidad de mercado y al final la reducción de los costos.



Sin embargo si se mejora el proceso:

- Se reduce el número de productos defectuosos.
- Al aumentar el volumen producción buena, baja el costo por unidad.

- Los productos son más homogéneos, aumentando así su calidad teniendo más aceptación en el mercado.
- Se mejora el empleo de la mano de obra, la maquinaria, el tiempo y los materiales.
- Los trabajadores perciben que su labor en conjunto con la gerencia, son parte de la obtención de los resultados de la calidad de los productos.

Lo anterior trae como consecuencia un incremento en la productividad. Deming expresa los conceptos anteriores de la siguiente manera:



## 2.5 IMPORTANCIA DE LA ESTADISTICA.

Como se ha mencionado, para mejorar la productividad se tiene que mejorar el control del proceso, es decir, se requiere de mayor información y lo más cercano a la realidad de lo que pasa en el mismo, para lo cual se requiere un adecuado manejo de datos estadísticos.

Si el mejoramiento de procesos consiste en reducir el grado de variación de los mismos, se requiere:

- Conocer como se comporta el proceso.
- Identificar los factores a los que se debe dicha variación.

**Causas especiales.**- Son las que se deben a la operación, mano de obra y fallas del equipo principalmente.

**Causas comunes.**- Son las que se deben a los diseños de los equipos o que requieren de modificaciones mayores.

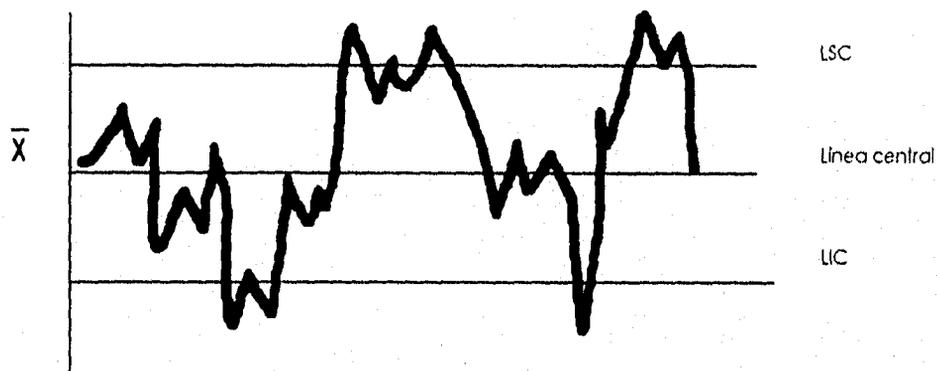
- Empezar medidas para eliminar dichos factores.
- Evaluar los resultados de las medidas adoptadas.

Para realizar este trabajo se debe proceder en base a la metodología científica y en técnicas de la estadística, de ahí la importancia de estas y de las gráficas de control.

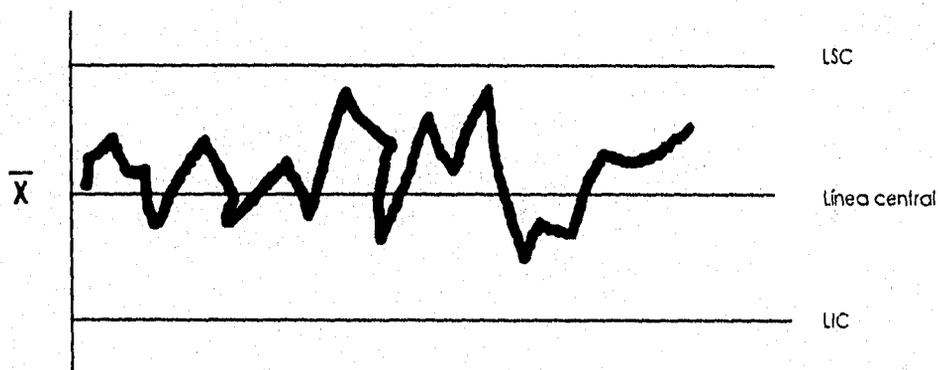
Las gráficas de control nos permiten analizar principalmente tres aspectos:

- Si el proceso rebasa los límites de especificación.
- En que grado se da la dispersión.
- Que irregularidades presenta el proceso.

Se habla de un *procesos no hábil*, cuando la variación excede los límites de control.



Se dice que un *proceso es hábil* cuando la variación se encuentra dentro de los límites de control.



LSC = Límite superior de control  
LIC = Límite inferior de control

Como nos damos cuenta la estadística juega un papel muy importante en el mejoramiento del proceso, pues la aplicación de los conocimientos estadísticos permite:

- Identificar y reconocer las características de las variaciones, es decir, se reconoce en forma objetiva la situación en la que se encuentra el proceso.
- Analizar las causas principales de las variaciones.
- Poner en práctica las acciones para evitar estas variaciones.
- Una vez que se han puesto en práctica las acciones encaminadas a eliminar las causas de las variaciones verificar la efectividad de las acciones emprendidas.

Por esta razón hoy en día el control de calidad utiliza el lenguaje de los datos, para que todo el personal de la empresa comprenda el tipo y dimensión del problema.

El manejo de la estadística, es un indicador del avance tecnológico de una empresa. Actualmente no bastan las corazonadas ni los juicios basados en la experiencia, es necesaria actuar con base en los datos de acuerdo a los principios de la estadística.

Si en la empresa se maneja todo con base en la estadística, se consiguen adelantos duraderos. De ahí que los conocimientos, la utilización y el dominio de herramientas estadísticas sean importantes para cualquier empresa.

Otra ventaja, es el mejoramiento de las actitudes de los gerentes: se vuelven cada vez más objetivos, creando un ambiente de mayor confianza en las relaciones interpersonales, ambiente de confianza que es muy importante para que el empleado sienta seguridad en el desempeño de su trabajo.

Sin embargo es conveniente, equilibrar la importancia que se debe atribuir a la estadística con un cierto grado de desconfianza, pues el resultado estadístico es resultado de:

- Actividades humanas, que en ocasiones se hacen en forma deficiente.
- Métodos, que son perfectibles.

Es esencial poner en práctica el nuevo concepto de control de calidad, de tal manera que el uso del lenguaje estadístico demuestre en qué medida una empresa ha cambiado su mentalidad y cultura, para no partir de corazonadas, sino de datos concretos y confiables.

## CAPITULO 3

# **MEJORAMIENTO CONTINUO UTILIZANDO EL METODO DE DEMING "PDCA"**

### **3.1 ENFOQUE DEMING.**

Las administradoras tienen un compromiso muy importante, deben asumir la responsabilidad por el proceso y tratar de mejorarla constantemente. Se tiene que dejar de culpar a las demás administradoras, a los trabajadores del sistema, a los proveedores y a los clientes. La filosofía del Dr. Deming exige un cambio fundamental en el concepto que tienen las personas a cerca de la organización de la administración y quienes laboran en ellas. Este cambio será mucho más aceptable para las trabajadoras porque estos generalmente están más enterados de los problemas del proceso y saben que ellos en la generalidad de las cosas no son la causa. En cambio las administradoras, deben reconocer su propia responsabilidad y comprender que los sistemas creados y perpetuados por ellas ocasionan aproximadamente el 90 por ciento de los problemas. Nada se puede hacer para resolver dichos problemas mientras no haya un cambio en el sistema. Sin embargo las trabajadoras también tienen una responsabilidad en el proceso aparte de cumplir sus labores, la responsabilidad es la de comunicar a la administración la información que tengan sobre el sistema y/a el proceso. Bajo la filosofía de Deming, esto es posible porque las trabajadoras y las administradoras aprenden a hablar un mismo idioma: el idioma de la estadística y del control de procesos.

En un ambiente así, prospera un verdadero espíritu de cooperación. El trabajo en equipo es requisito previo para que la empresa funcione y pueda mejorar el proceso constantemente. La cultura empresarial se modifica de modo que las trabajadoras ya no temen señalar los problemas del sistema. La administración participa activamente en el proceso de mejoramiento continuo junto con los trabajadores, y éstos reciben a cambio de sus esfuerzos, empleo seguro y más remunerativa. La administración crea un ambiente que promueve el orgullo por el trabajo bien hecho y la confianza en el proceso de mejoramiento continuo. Con el tiempo, esto conducirá a tener mejor calidad, costos reducidos y mayores utilidades. Pero estas son metas que solamente podrán alcanzarse mediante una transformación lenta, firme y real en el medio empresarial.

La administración debe comprometerse plenamente con el cambio y estar dispuesta a soportar y afrontar el escepticismo y dudas de los trabajadores, así como las dudas propias; son dudas que se han acumulado a lo largo de los años, y no se despejan fácilmente. A lo largo del tiempo las empleadas notarán el compromiso pleno y el cambio real, y comenzarán a confiar en el nuevo clima empresarial.

En el método del Dr. Deming se utilizan herramientas estadísticas y un cambio en la cultura empresarial. Ambos son importantes para la ejecución de su filosofía.

### **3.2 LOS CATORCE PUNTOS DE DEMING.**

El Dr. Deming ha basado su método para alcanzar la calidad y productividad en sus "Catorce puntos para la administración." De los cuales para las labores de este trabajo se enfocará el punto cinco que se refiere al mejoramiento continuo.

**1. " Generar constancia en el propósito de mejorar un producto y un servicio con un plan para ser competitivos, permanecer en el negocio y ofrecer empleo ".**

La administración se enfrenta con dos tipos de problemas . Los que refieren la situación actual de la compañía y los de mediano y largo plazo. El cuerpo directivo debe preguntarse si el sólo busca ganancias inmediatas, o permanecer en el mercado por tiempo indefinido. Esto último significa aceptar, las siguientes obligaciones:

1.- La de innovar. Requiere dedicar recursos para planear a largo plazo. Los planes deben tener en consideración:

- \* Nuevos servicios y productos que tengan mercado y ayuden a vivir mejor.
- \* Nuevos materiales que en el futuro se van a necesitar y su posible costo.
- \* Posible cambio en el equipo y métodos de producción.
- \* Nuevas habilidades y reentrenamiento del personal.
- \* Para que se pueda innovar se requiere confianza en el futuro.

Con la innovación nosotros mismos labramos el futuro. Mas la innovación no prospera mientras la alta gerencia no se comprometa con la estrategia de calidad. Si esta estrategia no se adopta, los mandos intermedios y el resto del personal de la empresa verán con escepticismo los resultados de sus propios esfuerzos en favor de la calidad.

2.- Dedicar recursos a la investigación y a la educación.

3.- Mejorar constantemente el diseño del producto y servicio.

Esta obligación nunca termina pues el cliente es la parte más importante de la línea de producción.

Es un error suponer que la organización se conserva solvente y al frente de la competencia con una producción eficiente y con un buen servicio. Es posible y de hecho es muy probable que una empresa quede fuera del mercado debido a que no ofrece el producto correcto o el tipo de servicio que requiere el cliente, no obstante que en la organización todos se dediquen a su trabajo y empleen métodos estadísticos y otras ayudas que fomenten la eficiencia.

Se necesita actuar siempre con el propósito de proporcionar productos y servicios que ayuden a vivir mejor; productos y servicios para los que nunca falten los clientes.

**2." Adaptemos la nueva filosofía. Nos encontramos en una nueva era económica. No podemos seguir viviendo con los niveles comúnmente aceptados de demoras, errores, materiales defectuosos y mano de obra deficiente ".**

La competitividad va en aumento día con día, significa que a largo plazo sólo permanecerán en el mercado las compañías que a menor costo ofrezcan mayor calidad en sus productos o servicios, lo cual implica que se deba trabajar sin los errores

que aumentan el costo de producción y que repercuten en el precio del producto terminado.

**3. " Dejar de depender de la inspección masiva. En su lugar, exigir pruebas estadísticas de que la calidad es inherente, a fin de eliminar la necesidad de hacer inspecciones masivas "**

La inspección masiva es costosa, en lugar de dicha inspección, se debe promover el mejoramiento del proceso.

**4. " Poner fin a la práctica de otorgar contratos con el criterio del precio. En su lugar, emplear medidas significativas de la calidad, junto con el criterio del precio. Avanzar hacia un solo proveedor por artículo, en una relación de lealtad y confianza a largo plazo "**

En este tipo en que se requiere homogeneidad y confiabilidad, no es posible que el precio sea el criterio más importante sin atender a la calidad de lo que se adquiere. El precio del producto no tiene sentido si no se considera en relación con la calidad. Por consiguiente, no se debe preferir al proveedor que ofrezca mejor precio, sino aquel que, con evidencia estadística juntamente con un precio competitivo, ofrezca mejor calidad.

La política de hacer bajar el precio del artículo que se compra sin atender a la calidad puede poner fuera del mercado a vendedores de buenos productos y a quienes ofrecen buenos servicios.

El departamento de compras debe entender que en la compra de las herramientas y demás equipos se trata de minimizar a largo plazo el costo de la producción o del servicio, y no el costo del instrumento mismo.

Además, dicho departamento debe ser conciente de que, en algunas circunstancias, los materiales en sí pueden ser excelentes y, sin embargo, no ofrecer la mejor solución debido a que no representan la mejor combinación posible. Los proveedores deben saber no sólo las especificaciones que el cliente requiere de los productos que compra, sino además el uso que el cliente va a dar a los productos, para que en esta forma sepan si recomendarlo o no.

Establecer relaciones duraderas entre proveedores y encargados del departamento de compras trae consigo grandes ventajas mutuas. El proveedor puede plantear mejor el desarrollo de su empresa y ser innovador. El gerente de compras, por su parte, se beneficiará entre otras cosas, con el ahorro de energía, de tiempo y de papelería que supone tratar con un único proveedor.

Los gerentes de compras deben aprender desempeñar su actividad con este nuevo enfoque administrativo, lo cual requiere un entrenamiento especial para identificar el grado de calidad de los productos. El juicio de la calidad del producto requiere conocimientos, por parte de los gerentes de compra, sobre los instrumentos estadísticos que dan evidencia de la calidad. Así podrán estos hablar el mismo idioma con quienes les ofrecen sus productos basados en la evidencia estadística.

En la compra de los insumos, la confianza y ayuda mutua entre el proveedor y el gerente de compras son factores más importantes que el bajo precio, pues es muy importante contar constantemente con una fuente confiable que ofrece productos que son respuesta a necesidades específicas, lo cual hace posible llevar a cabo contratos a largo plazo.

Requerir evidencia estadística del control del proceso en la compra de partes críticas significa para muchas compañías una reducción drástica de proveedores con los que hay que tratar. Evidentemente que la decisión de reducir el número de proveedores y de establecer como norma la evidencia de la calidad a través de instrumentos estadísticos requiere tiempo, cooperación, paciencia y muchas horas de entrenamiento.

**5. " Mejorar constantemente y por siempre el sistema de producción y servicio, para mejorar la calidad y la productividad y así reducir los costos constantemente".**

El propósito de la calidad debe estar presente desde la etapa del diseño. Sería demasiado tarde querer introducir la calidad en etapas posteriores. Es importante que el diseño del producto sea el resultado de un trabajo en equipo. Hay que mejorar constantemente los métodos y las pruebas y comprender cada vez mejor las necesidades de los consumidores y la forma como ellos van a usar el producto.

El mejoramiento significa reducir constantemente el desperdicio y mejorar día a día la calidad en cada una de las actividades: la transportación, la ingeniería, los métodos, el mantenimiento, los instrumentos y medidas, las ventas, los métodos de distribución, la contabilidad, el servicio a los clientes.

El mejoramiento constante de la calidad se traduce en aumento de la productividad. Mejorar el proceso implica lograr un mejor aprovechamiento del esfuerzo humano, hacer una buena selección del personal y de la tarea que se le asigna, entrenarlo y ofrecerle la posibilidad de aumentar sus conocimientos y de desarrollar sus aptitudes. Apagar los incendios que van surgiendo no significa mejorar el proceso. Cuando se ha apagado un incendio, sólo se ha regresado al punto en el que se estaba antes del problema.

Todos en la empresa deben preguntarse cada día si han hecho algo por aumentar sus conocimientos y por desarrollar más sus habilidades en el trabajo, hasta qué grado han progresado en su educación para lograr mayores satisfacciones en su vida.

**6." Instituir la capacitación y la educación en el trabajo, incluyendo a la gerencia ".**

La administración necesita que su personal conozca a fondo la compañía, desde los materiales que se utilizan hasta los clientes a los que se les destina el producto.

Uno de los desperdicios más importantes que puede haber en una organización es desaprovechar las habilidades del personal. Es necesario reformar totalmente los programas de entrenamiento, pues se da en forma deficiente y con instrucciones difíciles

de entender. Se deben emplear métodos estadísticos para saber en qué momento ya no es necesario el entrenamiento.

**7." Instituir la supervisión. El objetivo de la supervisión debe ser ayudar a la gente y a las máquinas a realizar un mejor trabajo ".**

*La administración debe distinguirse por su capacidad de liderazgo. Debe convertirse en promotora del mejoramiento y hacer que las características de la calidad presidan la elaboración del diseño del producto y su fabricación. Como líderes auténticos, los jefes deben conocer el trabajo que supervisan, a fin de ayudar a su personal a mejorar su propio desempeño.*

**8. " Echar fuera el temor , para que todos puedan trabajar eficientemente en la empresa ".**

El miedo implica siempre una pérdida económica. El conocimiento es un elemento muy importante que ayuda a hacer mejor nuestro propio trabajo. Es muy frecuente poner resistencia a adquirir nuevos conocimientos.

Si no se suprime el miedo, no se puede servir a los mejores intereses de la empresa. El miedo es un síntoma de deficiencias en el entrenamiento y en la forma de como se efectúa la supervisión. Puede ser síntoma de que hay confusión de propósitos en la empresa. Desaparece en la medida en que va mejorando la administración y los empleados actúan con mayor confianza.

**9." Derribar las barreras entre departamentos. La gente en investigación, diseño ventas y producción deben trabajar en equipo para atajar los problemas de uso y de producción, que puedan encontrarse en el producto o servicio ".**

Las personas que trabajan en investigación, diseño, compra de materiales, ventas, recepción de materia prima, etc., deben tener conocimiento de los problemas que conciernen a los diferentes materiales y a las especificaciones en la producción y en el ensamble. De otra manera habrá pérdidas en la producción debido al retrabajo causado por uso de materiales no recomendables.

La alta dirección complica el trabajo del departamento de diseño, hace cambios de última hora estando ya lista la producción, quiere que los ingenieros de diseño y producción hagan en pocas semanas el trabajo de un año. Si las personas trabajaran en equipo, pueden realizar importantes mejoras en el diseño del producto. A tales equipos se le podría denominar círculos de control de calidad a nivel gerencial.

**10. " Elimine los eslogans, las exhortaciones y las metas para la fuerza de trabajo, que piden cero defectos y nuevos niveles de productividad. Tales exhortaciones sólo crean relaciones de adversidad; la mayoría de las causas de una baja calidad y una baja productividad pertenecen al sistema, por lo que están fuera del alcance de los trabajadores ".**

Los errores no provienen de los trabajadores, sino del sistema mismo. Más que exhortaciones los trabajadores necesitan que la administración les trace la ruta a seguir para mejorar la calidad y productividad. Las campañas de exhortaciones tienen como efecto inmediato un aumento ligero y la eliminación de algunas causas obvias de defectos, con el tiempo cesa la actitud positiva con que los trabajadores reciben dichas exhortaciones.

**11. " Eliminar las normas de trabajo que prescriben cuotas numéricas para el día sustitúyalas con ayudas y supervisión facilitadora utilizando los métodos que se describen a continuación ".**

Cuando la empresa trabaja con base en estas cuotas promedio y los trabajadores se dan cuenta de ello, quienes superan la cuota promedio tenderán en adelante a producir no más allá de dicha cuota promedio y esperaran aburridos la hora de salida. Las cuotas son obstáculos para el mejoramiento de la calidad y productividad. Las cuotas son incompatibles con el mejoramiento continuo, se debe reemplazar por instrucción, educación y por un liderazgo inteligente. Cuando se lleva a cabo este reemplazo, aumenta substancialmente la calidad y la productividad, la gente se siente más contenta en su trabajo.

**12. " Eliminar barreras que le impiden a l empleado sentirse orgulloso por su labor ".**

Nadie puede sentirse orgulloso de su trabajo si no sabe que se necesita para que su trabajo se considere bien hecho. Por eso, lo primero que un operario necesita es que le expliquen en que consiste principalmente su trabajo.

Además, no hay que tratar a la gente como si fuera una mercancía, diciéndole a última hora lo que debe de hacer o contratándola y despidiéndola según las necesidades de la empresa. Es muy frecuente que los administradores se acostumbren a estudiar y a resolver problemas de números, y que no sepan resolver adecuadamente problemas de la gente.

Es responsabilidad de la administración proveer al empleado de herramientas adecuadas, pues el operario no sólo quiere emplear su tiempo, sino además desea sentirse realizado con el trabajo que lleva a cabo.

**13. " Instituir un programa vigoroso de educación y reentrenamiento. Se requieren nuevas habilidades para los cambios en las técnicas, materiales y servicios ".**

Las organizaciones necesitan gente con estudios y con preparación, no sólo gente buena.

No hay escasez de gente buena, lo que falta son personas con altos niveles de conocimientos. En el grado de preparación de las personas están los conocimientos que permiten avanzar en el campo de la competitividad.

La gente en su desempeño profesional no solo busca la retribución económica sino también aportar algo a la sociedad.

**14. " Crear una estructura que impulse los trece puntos anteriores todos los días y así lograr la transformación en la empresa ".**

Quienes integran la administración deben estar de acuerdo en la forma de pensar y en la dirección que la empresa va a tomar al introducir esta nueva filosofía. El cambio a efectuar es un proceso: hay que instituir, tan pronto como sea posible organismos que den seguimiento al proceso del mejoramiento continuo, cada uno de sus integrantes deberá tener la oportunidad de contribuir con ideas y planes.

### **3.3 DEFINICION DE MEJORAMIENTO CONTINUO.**

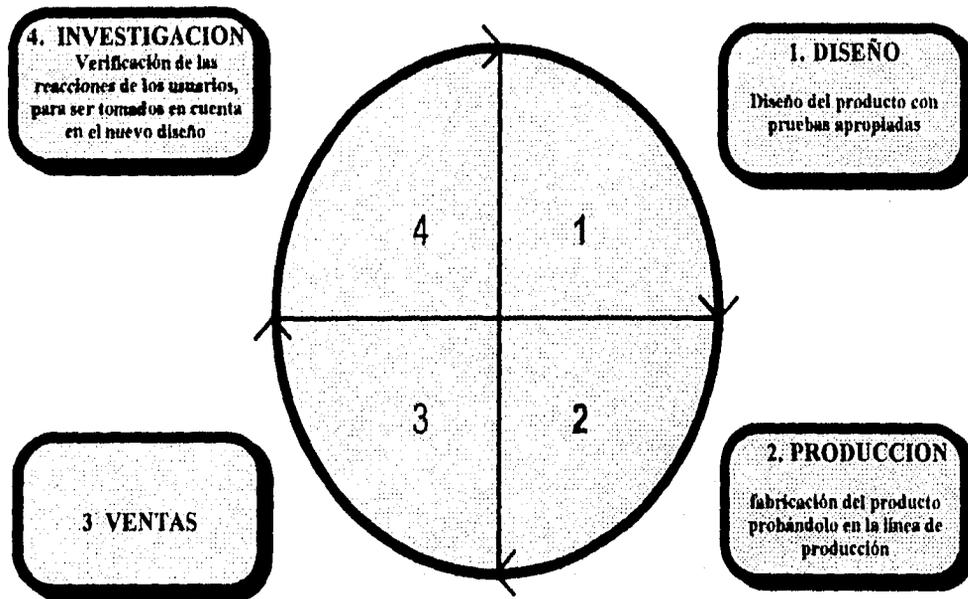
Por **mejoramiento continuo** se entiende la política de mejorar en todos los sentidos y constantemente en forma gradual los sistemas de Administración de calidad, del personal en general, de los procesos, de la productividad, de los productos y servicios, de las ganancias y utilidades de la empresa, de la imagen de la empresa y de los productos, de la forma de vida, etc., para que de esta manera se busque la estandarización de los resultados en cada mejora lograda. Esta política se hace posible, partiendo de estándares bien establecidos, y alcanzando niveles de calidad cada vez más elevados en todo lo que hacemos.

### **3.4 MEJORAMIENTO CONTINUO COMO RESULTADO DE LAS ACTIVIDADES DE INVESTIGACION, DISEÑO, MANUFACTURA Y VENTAS.**

Según Deming, para obtener la calidad que satisfaga los clientes:

- Debe darse una integración de las actividades de investigación de mercado, diseño del producto, de fabricación y de ventas, con el propósito de mejorar los niveles de calidad.
- La interacción debe repetirse en forma cíclica y continua.

La interacción mencionada y la forma cíclica de proceder se suele expresar mediante un círculo denominado **círculo de Deming** o **círculo de calidad**.



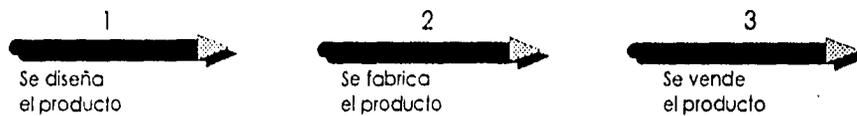
Este círculo se denomina con la sigla formada por las primeras letras de las palabras en inglés utilizadas por Deming (*Plan, Do, Check, Action*). El círculo nace de un procedimiento en el que se llevan a cabo los siguientes pasos:

- Paso 1:** Se conocen las necesidades de los clientes.
- Paso 2:** Se diseña el producto en tal forma que éste responda a dichas necesidades.
- Paso 3:** El producto se manufactura de acuerdo con el diseño y se pone a prueba, revisando y comprobando los resultados contra lo planeado.
- Paso 4:** Se hacen las modificaciones que han sido resultado de las pruebas hechas y el producto se ofrece al público, comprobando la reacción de los consumidores.

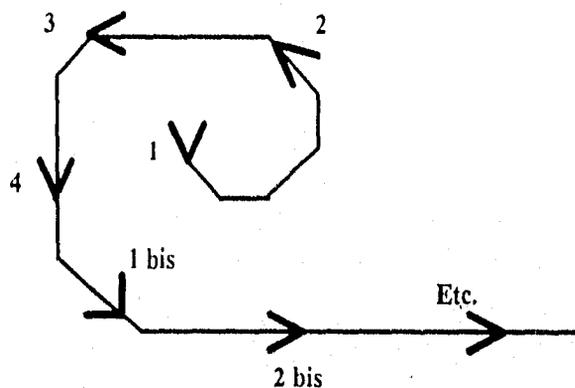
Con base en la aplicación del ciclo o círculo del Dr. Deming, como se mencionó anteriormente, al obtener la retroalimentación de los consumidores, estas se utilizan para diseñar nuevamente el nuevo producto, repitiendo el ciclo a partir del paso dos; y así sucesivamente, dando como resultado la mejora continua.

### 3.5 COMPARACION ENTRE LA FORMA TRADICIONAL DE PROCEDER Y DEL CONCEPTO MODERNO DE CONTROL DE CALIDAD APLICANDO EL METODO DE DEMING.

La forma de proceder ha sido la siguiente:



En cambio, en el concepto moderno de control de calidad se procede de la siguiente manera utilizando la metodología de Deming.:



- 1.- Se diseña el producto con pruebas apropiadas.
- 2.- Se fabrica, haciendo pruebas en las líneas de producción y en el laboratorio.
- 3.- Se pone en el mercado el producto, verificando los resultados.
- 4.- Se investiga la reacción del mercado para saber qué piensa el usuario y por qué otros no lo compran.
- 1 bis. Se rediseña el producto con base en la reacción de los consumidores con respecto a calidad y precio.
- 2 bis. Los productos hechos de acuerdo con los nuevos diseños, se someten a nuevas pruebas en las líneas de producción y en el laboratorio.

y así sucesivamente se aplica el círculo o ciclo del Dr., Deming.

Con esta forma de proceder se desarrolla el proceso de constante mejoramiento que, en forma gradual y mediante pequeños cambios, va mejorando los estándares de calidad.

### 3.6 APLICACION DEL METODO DE DEMING EN CADA ETAPA DEL PROCESO.

Para que sea una realidad el mejoramiento continuo, se requiere que la política de mejoramiento constante se aplique en cada departamento de la empresa y en cada una de las etapas del proceso, pues cada una de ellas es en realidad un proceso, debido a que en cada etapa determinados insumos se transforman en productos.



Al segmentar un proceso global en procesos parciales, que corresponden a cada una de las etapas del proceso global, cada proceso y cada etapa tiene un cliente que es el proceso y etapa siguientes, así mismo el proveedor es el proceso y la etapa anterior. Por eso, en el nuevo concepto de Control de Calidad, el cliente no es sólo aquel que en último término adquiere el producto o recibe lo que es el resultado de la transformación de insumos llevada a cabo en el proceso anterior.



Cada departamento, como proveedor del departamento siguiente, debe llevar a cabo su trabajo teniendo en cuenta la satisfacción y las expectativas de su cliente inicial o interno que es el departamento siguiente.

Por lo tanto, debe proceder aplicando en su actividad el método de Deming:

**Planear (Plan)** .- Significa entonces diseñar mejoras en el trabajo.

**Hacer (Do)** .- Significa introducir dichas mejoras en el proceso verificando internamente que estén perfectamente realizadas.

**Verificar (Check)** .- Significa que al realizar el trabajo con las mejoras introducidas, se deben controlar y verificar los resultados.

**Actuar (Action)** .- Significa recibir la retroalimentación del departamento-cliente acerca de las mejoras introducidas y tomando como base dicha retroalimentación regresar a aplicar el método o círculo de calidad para lograr la mejora continua.

Una vez realizado lo anterior, institucionalizar el mejoramiento con el propósito de prevenir la repetición de los defectos.

Al final de cada ciclo hay que institucionalizar las mejoras. A este proceso de estandarización de las mejoras introducidas se le denomina con la sigla "SDCA" (*Standardize, Do, Check, Action*).

Para continuar con el proceso de mejoramiento continuo los estándares establecidos con las mejoras introducidas por un primer círculo Deming deben ser consideradas como punto de partida para introducir nuevas mejoras.

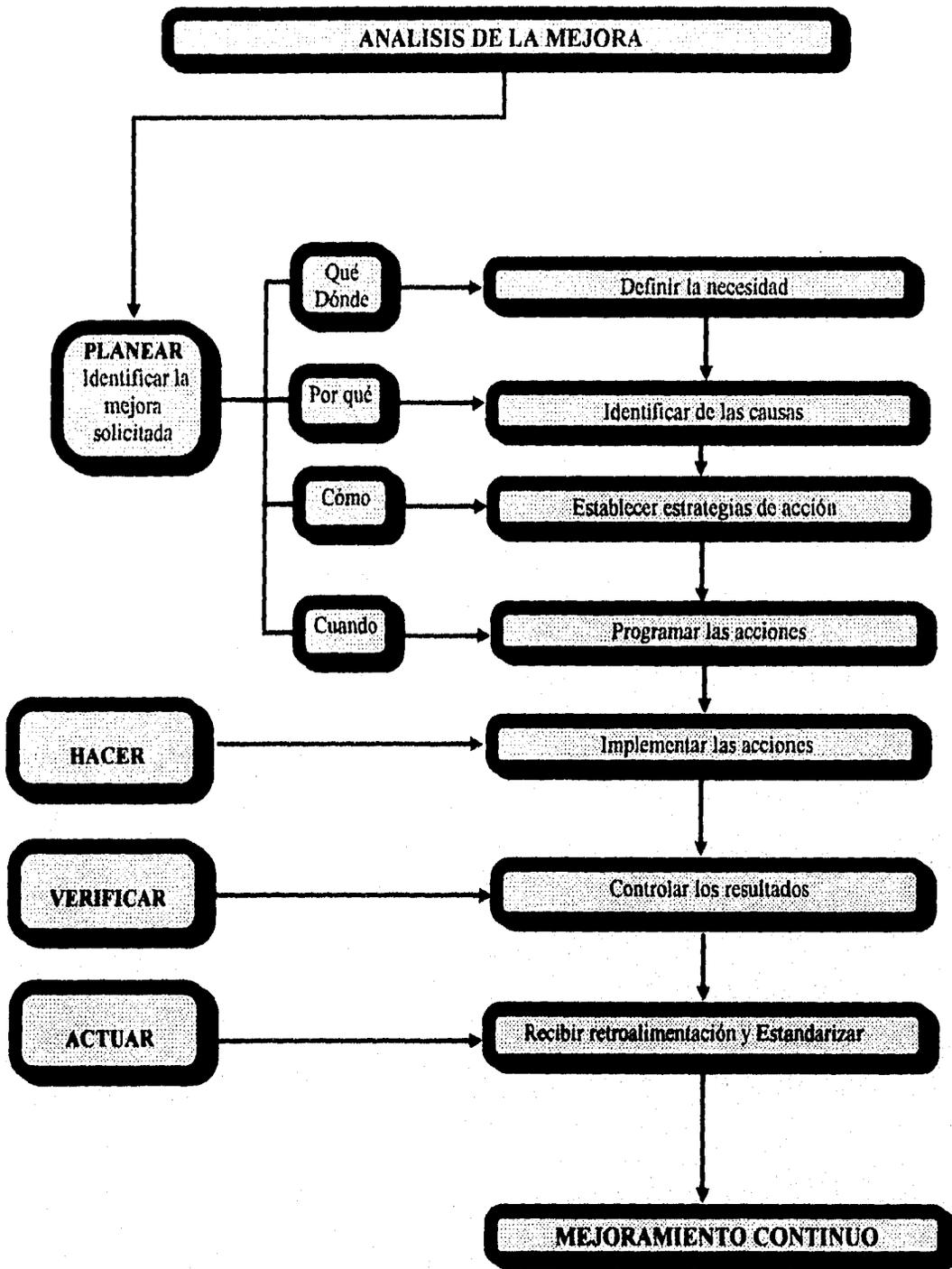
El método de Deming debe entenderse como un proceso a través del cual se establecen constantemente nuevos estándares de calidad con el propósito de que estos vuelvan a ser revisados y reemplazados por estándares mejores.

### **3.7 PASOS A SEGUIR EN LA METODO DE DEMING " PDCA ".**

Hemos visto que todo proceso global esta integrado por un conjunto más o menos numeroso de procesos parciales y que cada uno de estos debe actuar aplicando el método de Deming para dar lugar al mejoramiento continuo.

Este mejoramiento continuo de cada etapa del proceso sólo es posible si quienes intervienen en dicho proceso llevan a cabo en su propia actividad laboral el ciclo de calidad. El mejoramiento continuo es el resultado, en último termino, de esta aplicación del ciclo de calidad por parte de cada trabajador en su propia actividad

Esta aplicación consiste en las siguientes actividades:



Los trabajadores deben intervenir en lo siguiente:

- \* En la planeación del proceso en el que están involucrados;
- \* En la observación del comportamiento del proceso haciendo uso de las herramientas administrativas y de Control de Calidad ( estadísticas ), en este punto se hará referencia más adelante.
- \* En la identificación de las causas de variación del mismo proceso, así como determinar las acciones para disminuir dicha variación.
- \* En la verificación del resultado de las acciones emprendidas, lo que tiene lugar cuando escucha la opinión del departamento siguiente que es su cliente.
- \* Finalmente en el rediseño del proceso, tomando ya en cuenta las observaciones recogidas.

Si los trabajadores proceden en esta forma, no solo van a mejorar constantemente su actividad laboral, sino además, van a desarrollar su capacidad humana en el ejercicio de análisis y de planeación que implica el ciclo de calidad, desarrollando la capacidad que tiene el ser humano de prever y planear el futuro, capacidad que nos convierte en actores de los acontecimientos, dejando de ser simples espectadores.

Otro beneficio se tiene, cuando los resultados obtenidos comprueban que se hizo bien la planeación, en es momento, aumenta la confianza de las personas en sus predicciones y en su trabajo en general.

Este método de calidad debe efectuarse en todos los niveles de la organización, desde los administradores más elevados hasta el de los trabajadores de menor posición.

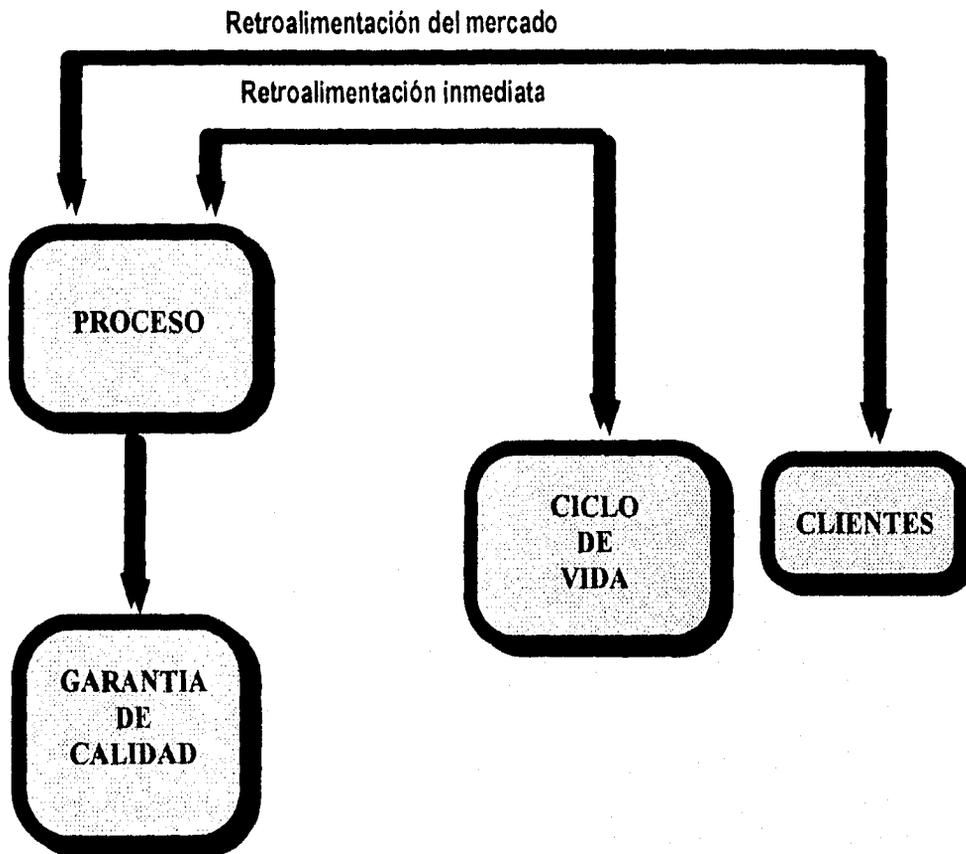
### **3.8 GARANTIA DE CALIDAD COMO RESULTADO DE UTILIZAR EL METODO DE DEMING " PDCA " .**

Por garantía de calidad se entiende la seguridad con que una empresa ofrece sus productos o servicios, de modo que el cliente pueda comprar el producto o hacer uso del servicio con la confianza de que se dan las características ofrecidas y de que el producto se puede utilizar por un tiempo razonable en forma satisfactoria.

Cuando el trabajador de línea procede de acuerdo con el método de Deming, la retroalimentación sobre el proceso es instantánea, lo cual permite que se puedan corregir inmediatamente las fallas del trabajo.

Hay que tomar en cuenta que juntamente con esta retroalimentación inmediata, se da la retroalimentación que tiene como origen las reacciones de los consumidores. El mejoramiento del proceso, apoya en una doble retroalimentación : la del responsable del proceso mismo y la que proviene de los consumidores.

Lo anterior lo podemos ejemplificar con el siguiente diagrama:



Este mejoramiento del proceso es lo que en último término da las bases a la garantía de calidad.

### 3.9 MEDICION DE RESULTADOS.

Los resultados son la medida la actuación de todos los integrantes de la empresa, por lo tanto, deben ser transmitidos en forma entendible a todos los niveles, departamentos y grupos de trabajo que se encuentren en la organización.

En la mayoría de las empresas y principalmente en las empresas con desarrollo internacional, los resultados son revisados en forma diaria, semanal, mensual, trimestral, semestral y anual, por supuesto dependiendo de la forma de revisión son los resultados que deberán ser verificados.

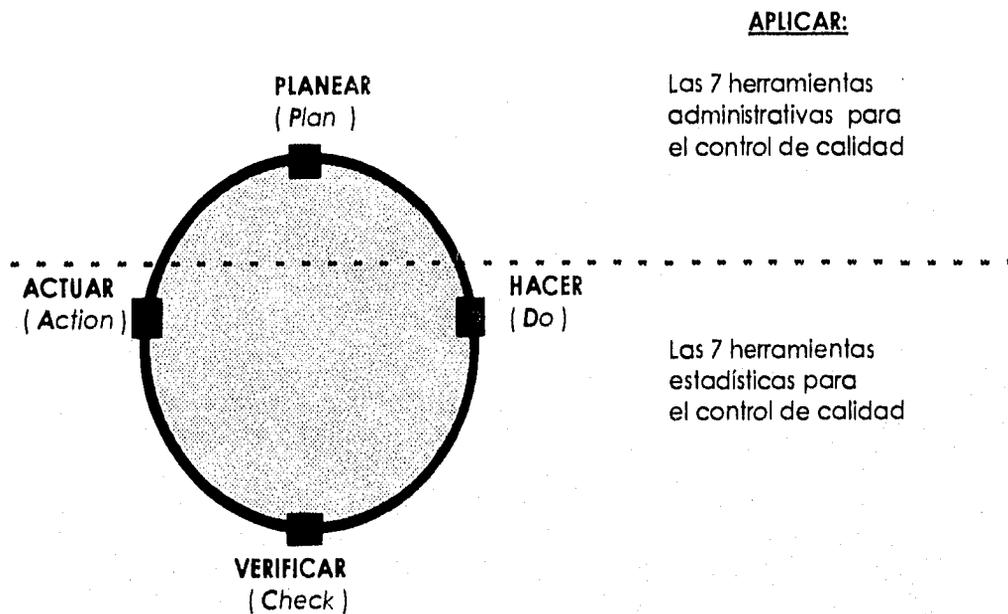
Los resultados principalmente se refieren a los siguientes conceptos :

- **Calidad.**- Mediante estadísticas y gráficas de resultados.
- **Productividad.**- Mediante gráficas de resultados.
- **Costo.**- En base a las cédulas y con gráficas.
- **Seguridad.**- En base estadísticas y con gráficas.
- **Capacitación y adiestramiento.**- Mediante gráficas.
- **Medio ambiente.**- Mediante resultados de auditorías.
- **Penetración en el mercado.**- Mediante gráficas que son resultado de las encuestas de los clientes.
- **Ganancias o beneficios.**- A través de los estados de resultados.
- Etc.

## **CAPITULO 4**

# **HERRAMIENTAS UTILIZADAS EN EL MEJORAMIENTO CONTINUO**

Como se menciono anteriormente para lograr un mejoramiento continuo en los procesos es necesario que este se auxilie de las estadísticas, que correspondan dentro del círculo de Deming " PDCA " (Plan, Do, Check, Action), que a continuación se describe:



**LAS 7 HERRAMIENTAS ADMINISTRATIVAS**

- Diagrama de afinidad
- Diagrama de interrelación
- Diagrama de árbol
- Carta matricial
- Carta matricial de análisis de datos
- Diagrama de flechas
- Carta de programa del proceso

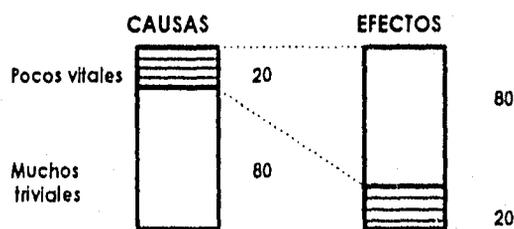
**LAS 7 HERRAMIENTAS ESTADISTICAS**

- Diagrama de Pareto
- Histogramas
- Diagrama Causa-Efecto
- Diagrama de dispersión
- Estratificación
- Gráficas de control
- Hojas de verificación

## 4.1 HERRAMIENTAS ESTADISTICAS.

### 4.1.1 DIAGRAMA DE PARETO.

Al hacer una lista de todas las cosas que contribuyen a la obtención o aparición de cualquier efecto a analizar, y ordenándolas de mayor a menor según la magnitud con que contribuye cada una, encontramos que la importancia de las primeras ( mayor magnitud ) es tan grande en comparación con las últimas ( las de menor magnitud ), que aproximadamente el 20% de ellas son responsables del 80% del efecto total y el 80% restante de las causas son responsables solamente el 20% restante del efecto.



- ¿ Qué es ? Es un proceso que permite identificar los problemas de acuerdo a su orden e importancia.
- ¿ Porque ? Porque se debe asegurar que lo mas importante debe recibir una adecuada atención en tiempo y recursos.
- ¿ Como ?
- Elegir un periodo de tiempo para reunir la información.
  - Listar los problemas de calidad del periodo de mayor a menor frecuencia.
  - Determinar la frecuencia con que se presenta el problema.
  - Calcular el porcentaje que representa del total de la muestra a inspeccionar.
  - Calcular el porcentaje relativo.
  - Calcular el porcentaje relativo acumulado.
  - Elaborar la gráfica.

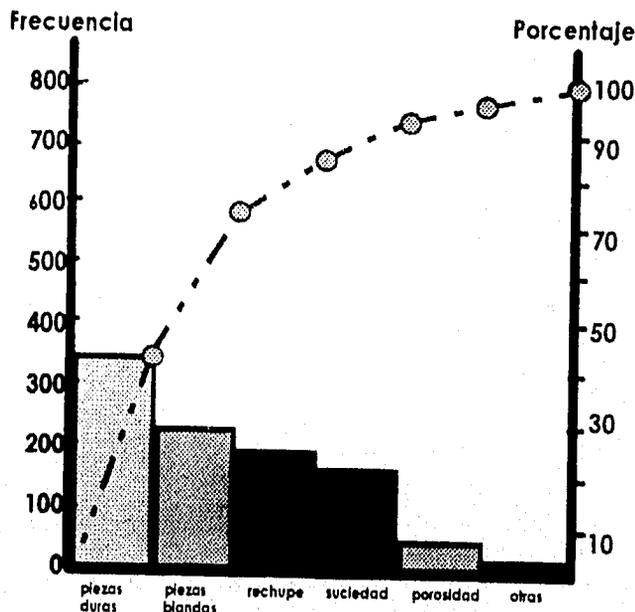
$$\% N = n/N \times 100$$

$$\% \text{ RELATIVO} = n/d \times 100$$

Donde:

N= Muestra inspeccionada total  
n= frecuencia de cada problema/defecto  
d= frecuencia total.

PROBLEMA / DEFECTOS	FRECUENCIA CASOS (n)	% de N	PORCENTAJE RELATIVO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO (%)
Piezas duras	342	47.7	43.24	43.24
Piezas blandas	235	32.6	29.71	72.95
Rechupe	95	13.1	12.01	84.96
Suciedad	59	8.1	7.46	92.42
Porosidad	35	4.8	4.42	96.84
Otros	25	3.4	3.16	100.00
TOTAL (d)	791	100.00	22.19	100



#### Usos del diagrama de Pareto:

1. El diagrama de Pareto es el primer paso para efectuar mejoras.

Para la realización de mejoras, los siguientes puntos son los más importantes.

- Que todas las personas involucradas cooperen.
- Que su cooperación tenga un fuerte impacto.
- Que se seleccione una meta y objetivo concreto.

El diagrama de Pareto es muy útil para obtener la cooperación de todos los involucrados, ya que basta observarlo para determinar fácilmente el mayor problema.

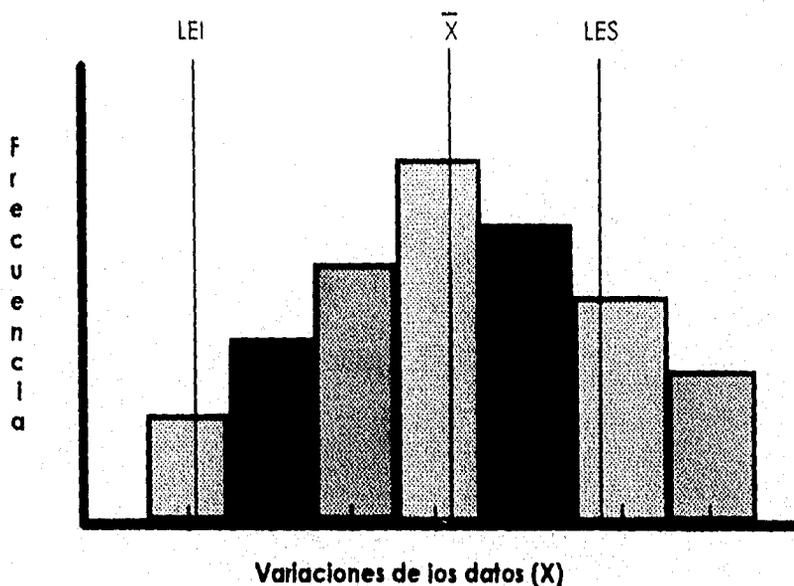
2. Los diagramas de Pareto se pueden utilizar para realizar mejoras en todos los aspectos. La mejora de la calidad no se relaciona exclusivamente con la calidad de los productos, los procesos o los servicios, sino también con otros aspectos tales como:

- a) Eficiencia.
- b) Seguridad.
- c) Ahorro de costos.
- d) Conservación de materiales y energía.

Para comparar diagramas de Pareto entre sí, es necesario elaborarlos con el mismo intervalo de tiempo ( periodo ) y con la misma cantidad de datos. Si esto no es posible, se deberán utilizar porcentajes en los ejes verticales.

Si una mejora se ha realizado y ha sido efectiva, el orden de las barras del diagrama de Pareto generalmente cambiará. Por otra parte si el control diario (para mantener el efecto de la mejora) es llevado eficientemente, el orden de las barras no deberá cambiar.

#### 4.1.2 HISTOGRAMAS.

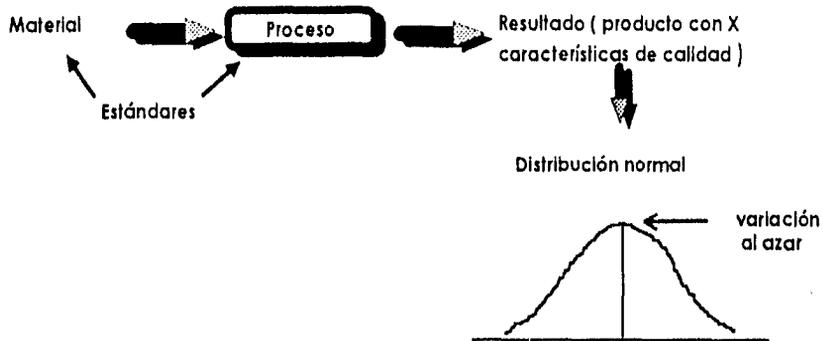


$\bar{X}$  = Media  
 LEI = Límite de especificación inferior  
 LES = Límite de especificación superior

El histograma es una gráfica de barras que representa los datos agrupados y ordenados, con el fin de determinar las veces en que ocurren las variaciones de dichos datos.

Mientras que el diagrama de Pareto representa horizontal datos discretos: Tipos de problemas, fallas, errores, etc., el histograma representa datos continuos, o sea datos que provienen de mediciones.

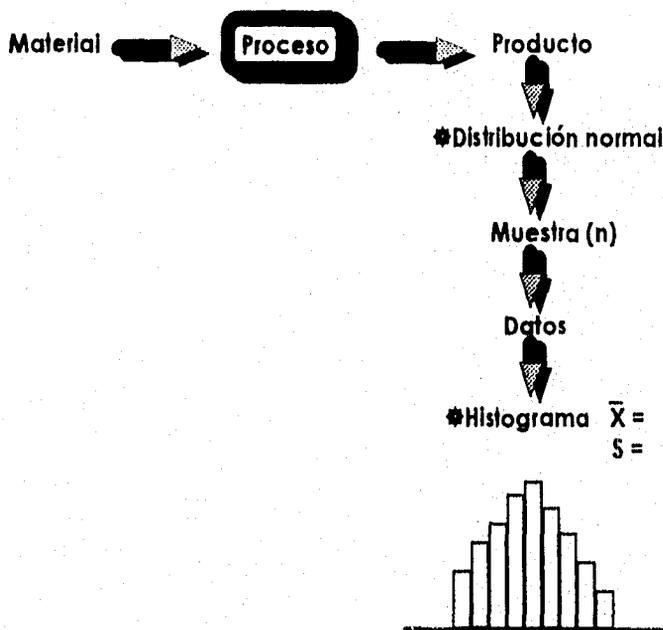
La utilización del histograma parte del siguiente concepto:



Todo proceso produce un resultado, por ejemplo un producto manufacturado con ciertas características de calidad. Si el proceso está bien estandarizado (estándares en los materiales, estándares técnicos y de operación) y se trabaja de acuerdo a ellos, o sea el proceso se opera bajo condiciones normales y control: La variación de su resultado dará (aproximadamente) una distribución normal.

El histograma se emplea para hacer un diagnóstico del proceso, al compararlo con las características de una distribución normal, así como las especificaciones definidas para las características de calidad del producto, como tolerancia en la variación resultante del proceso. El histograma es una gráfica de barras muy simple, y no se requiere de trazar la curva de frecuencias para hacer el análisis correspondiente.

La distribución normal, también conocida como la distribución del azar, tiene la frecuencia más grande de los datos en medio de la distribución y gradualmente disminuye en ambos lados. Es simétrica y determinada por los parámetros media y desviación estándar.



### Usos del Histograma:

1. Conocer la forma, localización y dispersión de la distribución del proceso (Población = proceso, Localización = media(X), Dispersión = Desviación estándar (s)).
2. Conocer la relación entre los límites de especificación y la distribución del proceso.
3. Confirmar los efectos de las mejoras realizadas en el proceso.

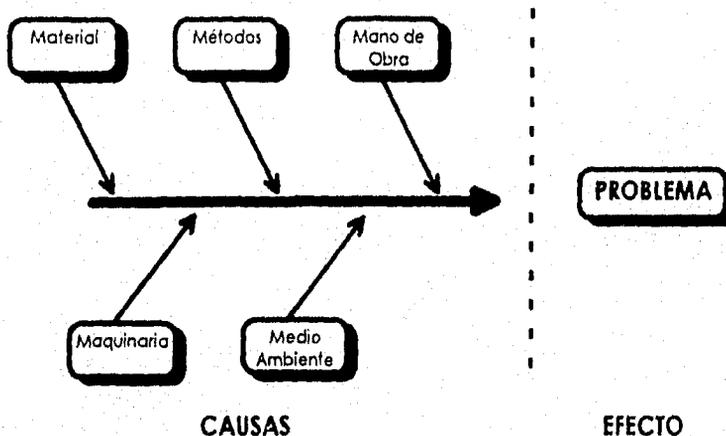
### Recomendaciones para su uso:

1. Utilizar la unidad mínima de los dígitos en la construcción.
2. Compare el histograma con los límites de especificación
3. Estratificar los histogramas cuando los datos provienen de dos o más poblaciones.

### 4.1.3 DIAGRAMA CAUSA-EFECTO.



El diagrama de causa y efecto es una herramienta que divide las causa que originan o influyen en cierto problema o característica de calidad ( efecto ).



Un problema es un resultado no deseable, o la desviación de un objetivo, en cambio una característica de calidad es un atributo o cualidad como resultado deseable que un producto o servicio debe reunir.

Problema = **Resultado real** ( no deseable).  
Características de calidad = **Resultado esperado** (deseable).

El diagrama de causa y efecto juega un papel muy importante para organizar datos verbales (información verbal), para analizar problemas reales o potenciales (características de calidad) con el fin de identificar, analizar y seleccionar sus causas y tomar las acciones necesarias.

Resolver un problema = **Mejora**  
Prevenir un problema = **Control**

El uso de este diagrama 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, aun en caso de relaciones complicadas y promueve el trabajo en grupo, ya que es necesaria la participación de la gente involucrada en el proceso para su elaboración y uso.

El enemigo más grande para mantener el control en un proceso es que la gente trata de buscar excusa para no lograrlo y precisamente este diagrama fue diseñado para eliminar este tipo de problemas.

Para efectuar el análisis se procede de la siguiente manera:

**Paso 1.** Definir el enunciado del efecto.

**Paso 2.** Tormenta de ideas. Recordando que estas causas sólo son sospechosas, hasta que su culpabilidad se demuestre con datos concretos.

- Generar una lista de causas.
- Anotar cada idea sin discutirla ni juzgarla.
- Cuando se termine la lista, aclarar dudas semánticas y depurarla.

**Paso 3.** Definir categorías principales.

- Agrupar las causas por algún aspecto en común.
- Bautizarlas con el nombre que mejor describa el aspecto común. (métodos, maquinaria, materiales, mano de obra y medio ambiente).
- Considerar que algunas causas pueden impactar a más de una categoría.

**Paso 4.** Construir el diagrama.

- Dibujar el diagrama ubicando cada causa en su categoría.
- Agregar sub-causas cuando se considere necesario.

**Paso 5.** Definir las causas más probables.

- Cada integrante debe votar por las causas más probables.
- Se tabulan los resultados y se eligen las tres causas que más votos obtuvieron (consenso del equipo de trabajo).
- El siguiente paso es desarrollar teorías de cambio para mejorar el proceso.

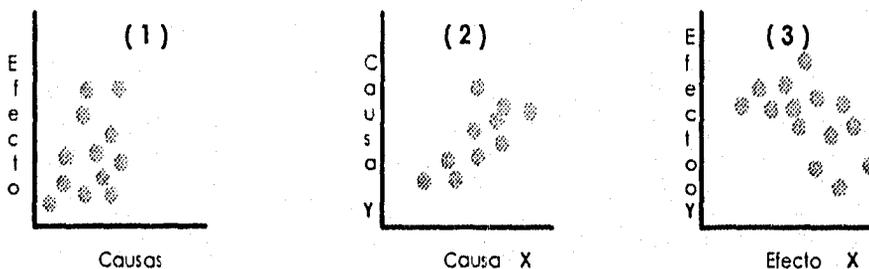
#### Usos del diagrama Causa - Efecto:

1. Para mejorar la calidad.
2. Para controlar el proceso.

#### 5.1.4 DIAGRAMA DE DISPERSION.

El diagrama de dispersión es una gráfica de puntos que muestra la relación entre un par de datos dibujados en un par de ejes.

La relación entre dos tipos de datos continuas (datos que provienen de mediciones efectuadas) es fácilmente observable y sus motivos más comunes a analizar son los siguientes:



1. La relación entre una causa y un efecto.
2. La relación entre una causa y otra causa.
3. La relación entre un efecto y otro efecto (un problema y otro problema, o una característica de calidad del producto con otra).

El diagrama de dispersión es una herramienta indispensable antes de buscar la solución a un problema, ya que ésta depende de la causa del mismo, la cual es necesaria de confirmar con evidencia estadística.

### Usos del diagrama de dispersión:

1. Para confirmar causas empleando datos que provienen de mediciones (datos continuos).
2. Para estandarizar factores (variables) vitales a controlar en un proceso, para su estabilización o para asegurar la calidad del producto, incluyendo características de calidad en materias primas, materiales o partes. Para esto se requiere utilizar, posterior a probar la existencia de correlación, el análisis de regresión, o sea trazar la línea que represente la tendencia de los puntos.
3. Para determinar la correlación entre dos problemas (efectos) y poder así seleccionar el más factibles de resolver.

### 5.1.5 ESTRATIFICACION.

TIPO DE MATERIAL	ARTICULOS PRODUCIDOS	ARTICULOS CON DEFECTOS	PORCENTAJE DE DEFECTOS
X	1200	100	8.3%
Y	1050	110	10.5%
Z	950	205	21.5%

La estratificación es la clasificación de factores en una serie de grupos con características similares, con el propósito de comprender mejor la situación y encontrar la causa de los problemas más fácilmente.

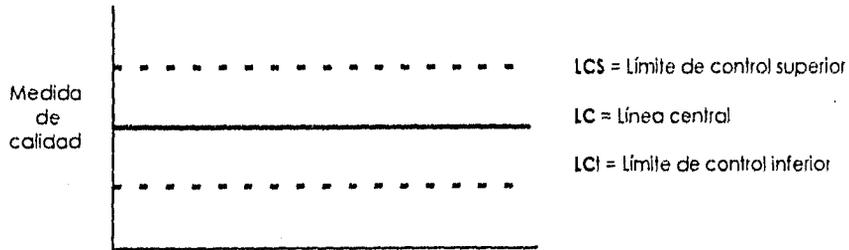
Si los datos no se clasifican, o no se agrupan por categorías, no es posible encontrar las causas de los problemas.

### Usos de la estratificación:

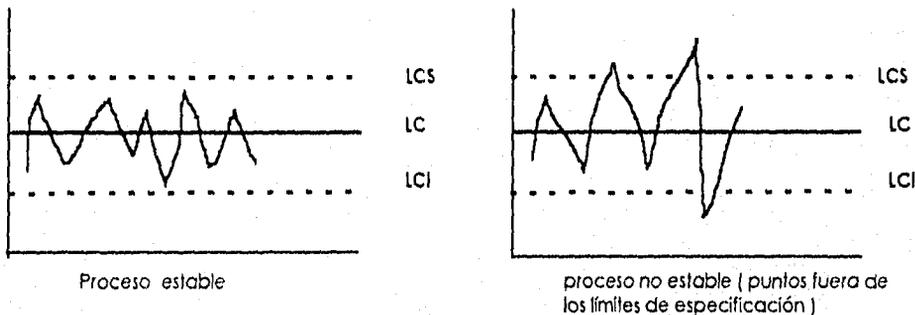
- Para confirmar causas de problemas cuando se utilizan datos que provienen de conteos (datos discretos).

#### 4.1.6 GRÁFICAS DE CONTROL.

Una gráfica de control es una herramienta estadística que muestra en forma continua la variabilidad de un proceso. Sirve principalmente para detectar problemas en los procesos para su estabilización.



Como se podrá observar en la figura anterior, 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 si no lo es, o sea, si está bajo control o fuera de él. Al usar estos límites es posible distinguir desviaciones, tanto por causas asignables al proceso, como por causas debidas al azar.



#### Usos de las gráficas de control:

1. Para análisis de un proceso y determinar su estado, si está en control o no.
2. Para controlar un proceso y asegurar la calidad durante la producción.

#### Tipos de gráficas de control:

Para la elaboración de una gráfica de control es importante distinguir el tipo de datos a graficar. Los datos pueden ser continuos o discretos. En otras palabras, el tipo de gráfica de control depende del tipo de datos, que son los siguientes:

**Datos continuos.** Son aquellos que pueden ser representados por cualquier valor dentro de una escala numérica. Ejemplo: mediciones en milímetros, volúmenes en centímetros cúbicos, etc.

**Datos discretos.** Son aquellos que guardan relación con números enteros, basados en conteos. Ejemplo: Cantidad de artículos defectivos, número de defectos en un artículo, número de errores por operador, etc.

Las gráficas de control que comúnmente se utilizan podemos mencionar las siguientes:

**Gráfica de control ( X-R ).** Se compone en realidad, de dos gráficas: una que representa los promedios de las muestras (gráfica X) y otra que representa los rangos (gráfica R) se consideran las dos en una sola, puesto que deben elaborarse juntas, ya que la gráfica X nos muestra cualquier cambio en la media (valor medio) del proceso, mientras que la gráfica R nos muestra cualquier cambio en la dispersión del proceso, además de que los cálculos para determinar las X y R de las muestras se basan en los mismos datos.

Es importante recordar que esta gráfica se utiliza principalmente, porque nos muestra, al mismo tiempo, los cambios en el valor medio y en la dispersión del proceso que la convierte en una herramienta efectiva para revisar diariamente anomalías en un proceso.

Un proceso puede mantener su promedio (cambios no significativos), pero variar significativamente su dispersión; o viceversa. Por eso cuando se trata de datos continuos es necesario monitorear el proceso tanto en su media como en su dispersión.

**Gráfica de fracción defectiva ( p, np ).** La gráfica "p" representa la fracción defectiva, la gráfica "np" muestra el número de defectivos. Básicamente estas gráficas son iguales, excepto que la primera se utiliza cuando la muestra que se toma no es constante ("p" se representa en forma de porcentaje), mientras que la segunda se emplea cuando el tamaño de la muestra que se toma es constante durante el período establecido o entre los subgrupos determinados previamente.

**Gráfica de defectos por unidad o errores ( C ).** Esta gráfica representa la cantidad de defectos por unidad o errores de un proceso (sistema) muestreado, que puede constar de uno o varios artículos, pero deberá ser constante ( $n=cte$ ). Con la muestra de tamaño constante se facilitan cálculos para establecer los límites de control y es más fácil la elaboración de la gráfica.

Lo anterior lo podemos representar de la siguiente manera:

TIPO DE DATOS	GRAFICAS DE CONTROL
Datos continuos	De promedios y de rangos ( gráfica X - R )
Datos discretos	- De fracción defectiva ( gráfica p ). - De defectos por unidad o errores ( gráfica c ).

#### 4.1.7 HOJAS DE VERIFICACION.

Una hoja de verificación es un formato especial diseñado para obtener 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 operación son fácilmente descritos con marcas utilizadas para verificar.

##### **Usos de las hojas de verificación:**

1. Examinar la distribución de un proceso de producción.
2. Verificar artículos defectivos
3. Analizar la localización.
4. Verificar las causas de los defectos.
5. Verificación de operaciones (a esta última se le llama lista de verificación).

Algunos tipos de hoja de verificación podrían ser hojas de datos, no reciben este nombre porque están ideadas para obtener una descripción más fácil y conveniente, sin necesidad de escribir letras o números, o hacerlo lo menos posible. Esta es la esencia de una hoja de verificación .

Las hojas de verificación se utilizan con mayor frecuencia:

- Para obtener datos
- 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.

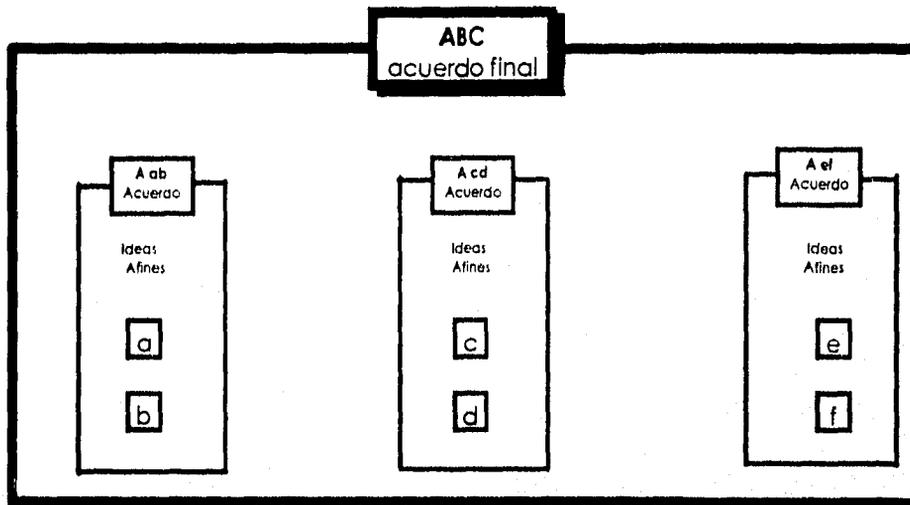
Las hojas de verificación para propósitos de inspección se utilizan para checar ciertas características de calidad que son necesarias para evaluar: ya sean en el proceso o en el producto terminado.

De las siete herramientas antes descritas, la estratificación y el diagrama de dispersión no se utilizaron en este trabajo por no ser aplicables al tipo de proceso que se eligió.

## 4.2 HERRAMIENTAS ADMINISTRATIVAS.

### 5.2.1 DIAGRAMA DE AFINIDAD.

El diagrama de afinidad es un método de intuición, implica generar ideas por inspiración súbita y luego agruparlas por temas afines, semejantes o análogos.



El diagrama de afinidad se utiliza en los siguientes pasos :

- a) Aclarar el estado o situación que debe ser (el deber ser).
- b) Identificar y definir el problema básico.
- c) Organizar el pensamiento de un grupo y aclarar su tendencia.
- d) " Alumbrar " el futuro.
- e) Organizar y dirigir la experiencia de un grupo hacia la solución de un problema específico

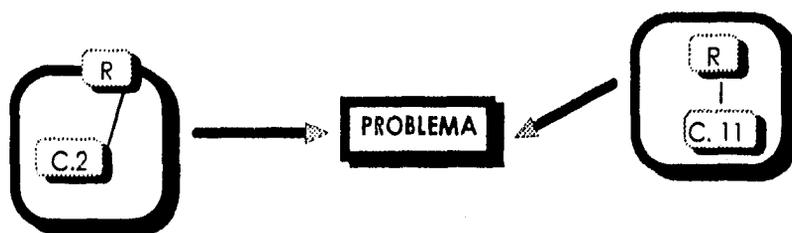
El diagrama de afinidad es muy útil para determinar que es lo que quiere decir el grupo, cuál es su tendencia. Y en el caso de realización de mejoras es prácticamente el primer paso.

Las ideas obtenidas son datos verbales, por tanto deben escribirse tal como son dichas, no deben alterarse de ninguna manera. Esta herramienta permite administrar con respeto al individuo, respetando sus ideas en un grupo.

#### 4.2.2 DIAGRAMA DE RELACIONES.

Es básicamente un método de inducción lógica que permite aclarar las causas y sus relaciones para identificar, confirmar y seleccionar las causas originales más importantes que afecten a un problema en análisis.

Se utiliza principalmente para resolver problemas complicados, estableciendo y aclarando las interrelaciones entre diferentes causas que afectan a un mismo resultado.



C = Causa  
R = Resultado

El diagrama de relaciones es la única herramienta para encontrar y confirmar causas más probables, cuando no podemos hacerlo mediante datos estadísticos. Concretamente este diagrama es de apoyo o suplementaria al diagrama Causa-Efecto.

#### 4.2.3 DIAGRAMA MATRICIAL.

Es un método para organizar datos verbales con la finalidad de establecer conclusiones para resolver o prevenir problemas, a través de relacionar diferentes factores o elementos de ciertos factores.

Es una tabla de datos, que muestra la relación entre los diferentes elementos de dos eventos o aspectos, arreglándolos en renglones y columnas en forma de matriz. Esto permite analizar la relación y tipo que existe entre dichos elementos con el fin de establecer conclusiones en función de sus intersecciones.

A \ B	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	. . .	b <sub>n</sub>
a <sub>1</sub>				
a <sub>2</sub>		●		
.				
.				
a <sub>n</sub>				

En la intersección se analiza la relación.

Este diagrama debe utilizarse para separar hechos de simples opiniones, ya que organiza datos verbales lógicos, es decir que muestra la relación entre objetivos y medios.

#### 4.2.4 ANALISIS MATRICIAL DE VARIACIONES.

El análisis matricial de variaciones es un método cuya finalidad es identificar y seleccionar causas potenciales para prevenir problemas o asegurar resultados de un proceso o sistema. Consiste en relacionar las diferentes variaciones de un proceso en forma de matriz.

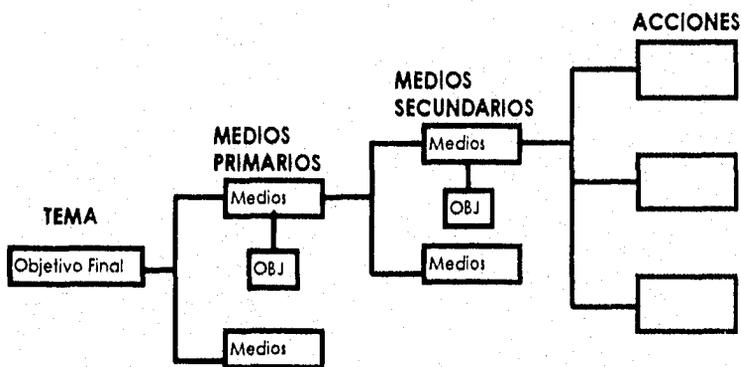
Es una herramienta indispensable para identificar variaciones clave en las diferentes fases de un proceso y así poder prever el control necesario para asegurar la calidad.

La matriz de variaciones sirve para :

- a) Separar hechos de opiniones.
- b) Ponerse de acuerdo sobre como debe trabajar un proceso o sistema aclarando sus interrelaciones.
- c) Identificar variaciones clave a controlar.

#### 4.2.5 DIAGRAMA DE ARBOL.

El diagrama de árbol es un método para definir los medios para lograr una meta u objetivo final. Implica desarrollar un objetivo en una serie de medios en multietapas : medios primarios, secundarios, etc. y acciones específicas.



Concretamente los usos de este diagrama son los siguientes :

- a) Desarrollar un objetivo en una serie de medios para lograrlo.
- b) Definir las interrelaciones entre las metas y los medios.
- c) Establecer la secuencia a seguir en las acciones.
- b) Aclarar perfectamente porque o razón de ser de cada cosa o acción.

El punta central es concentrarse en definir o establecer los medios (visualizando exclusivamente ideas relacionadas con medias) para producir un efecto.

#### **4.2.6 CARTA DE PROCESO PARA DECISIONES PROGRAMADAS.**

Es un método de lógica que es utilizada para predecir el futuro enfatizando en la situación no deseada durante la realización de un evento, para diseñarla y dirigirla hacia un resultado deseable.

Este método es empleada en eventos de tipo general y no en procesos continuos o sistemas para la producción de productos o servicios ; sin embargo puede ser empleada en apoyo a este tipo de procesos.

Ejemplos de su aplicación :

- a) Desarrollo de objetivos estratégicos.
- b) Elaboración de reportes especiales.
- c) Desarrollo de negociaciones con contratistas.
- d) Calacación de ordenes de compra, etc .

#### **4.2.7 DIAGRAMA DE FLECHAS**

Es utilizado para hacer la programación optima para llevar a cabo un plan y controlar su progreso efectivamente.

Este método utiliza flechas para iniciar la secuencia en el trabajo necesaria de seguir, para desarrollar un programa por medio de una red , controlando el proceso durante su desarrollo.

Es indispensable para proyectos de largo plazo , como construcciones, desarrollo de nuevos productos, preparación de eventos, que requieren de varios participantes y ejecución de diversos trabajos. Al misma tiempo el método permite analizar el proyecto de acuerdo a su programa para mejorar o reducir el tiempo total y así poder optimizar el trabajo.

## CAPITULO 5

# **CASO DE LA PLANTA DE FUNDICION DE FORD MOTOR COMPANY**

**FORD MOTOR Co., S.A.  
( CAUTITLAN )**

**PLANTA DE FUNDICION**

**AREA DE FUSION**

## **5.1 ANTECEDENTES.**

### **5.1.1 LA FUNDICION EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ MEXICANA.**

Dentro de nuestro entorno la fundición esta considerada como una industria primordial para el desarrollo no sólo tecnológico sino económico de nuestro país. Y prueba de ello se refleja en la industria automotriz que contribuye en parte a ese desarrollo, aunque en México la industria automotriz es extranjera, la tecnología y los métodos de trabajo se aprenden aquí dentro de esta industria.

Sin embargo, se ha tenido que recurrir a la investigación, desarrollo y mejoramiento de procesos de manufactura con la finalidad de adaptarlos a las necesidades actuales de calidad, nuevos productos y costos de fabricación mínimos por unidad fabricada entre otros.

Como se menciona, la industria automotriz en nuestro país ha sido puntera en la producción de miles de unidades y que por efectos de algunos errores, ha tenido como resultados el encarecimiento del crédito ( dinero ), la falta de poder adquisitivo, la pérdida de empleo, es decir, la crisis.

En esta época actual ,es el momento de que las diferentes economías incluyendo la automotriz, que están por alcanzar su estabilidad den un cambio, es decir, no se trata de producir un bien o un servicio que sea mejor que los otros, o que cumpla con ciertas especificaciones, sino que se tiene que pensar en tener clientes satisfechos y leales siempre.

### **5.1.2 FORD MOTOR COMPANY.**

FORD MOTOR COMPANY, en su planta de fundición es considerada como fundición grande, misma que está ubicada en Cuautillán izcalli, en el Km. 36.5 de la autopista México-Queretaro.

Esta fundición fue inaugurada el 4 de noviembre de 1964, en aquel entonces en la llamada "Loma del Salitre de Cuautillan de Romero Rubio a un costado de la Antigua Carretera Federal México-Queretaro, sobre un predio de 120 hectáreas.

La planta de fundición de Cuautillán de FORD MOTOR COMPANY nació en conjunto con la planta de motores e Ingeniería del producto y Laboratorios centrales , debido a un programa de integración nacional de las partes utilizadas en el ensamble de los automóviles; es decir, a inicios de 1963 apareció un decreto presidencial que afectaba a la Industria Automotriz, en el que se exigía que el 65% de las partes componentes de los automóviles deberían ser fabricados en México, esto con el fin de promover la industria en general en nuestro país.

En 1989 se logro el Premio de Calidad corporativo Q-1, mismo que se otorga a nivel mundial a los proveedores que cumplen con la aplicación del sistema de Calidad Ford.

Posteriormente esta Planta de Fundición participó para la obtención del premio de la Sociedad Mexicana de Fundidores, A.C. en la categoría Fundición Grande para el premio Fundición de Excelencia, lográndolo en 1991. En el área de mantenimiento se trabajó en la aplicación de un sistema que permitió a la planta la obtención premio de excelencia en el Mantenimiento en el año 1992. La Sociedad Mexicana de Fundidores reconoció a la Fundición como el Mejor en su Clase en Medio Ambiente, Orden y Limpieza en 1993.

Uno de los premios más importantes que otorga Ford Motor Company a sus proveedores y plantas, es el premio **Total Quality Excelent T.Q.E.** y la Fundición de Cuautitlán lo obtuvo en 1994 con la premiación en 1995, cabe mencionar que fue la primera planta de Fundición en el mundo que obtuvo este premio. En este mismo año recibe nuevamente el premio Fundición de Excelencia en la categoría de Fundición Grande, otorgada por la Sociedad Mexicana de Fundidores A.C..

Actualmente la Planta de Fundición de Cuautitlán cuenta con la certificación de la Norma Internacional ISO-9000, además del manual QS-9000.

Dada la globalización mundial de Ford Motor Co., la Planta de Fundición está participando en un programa importante de exportaciones de piezas maquinadas y en *Castling* para las Plantas de maquinado de Estados Unidos y Canadá.

## **CRONOLOGIA DE LAS PRINCIPALES EQUIPOS E INSTALACIONES DE LA PLANTA DE FUNDICION.**

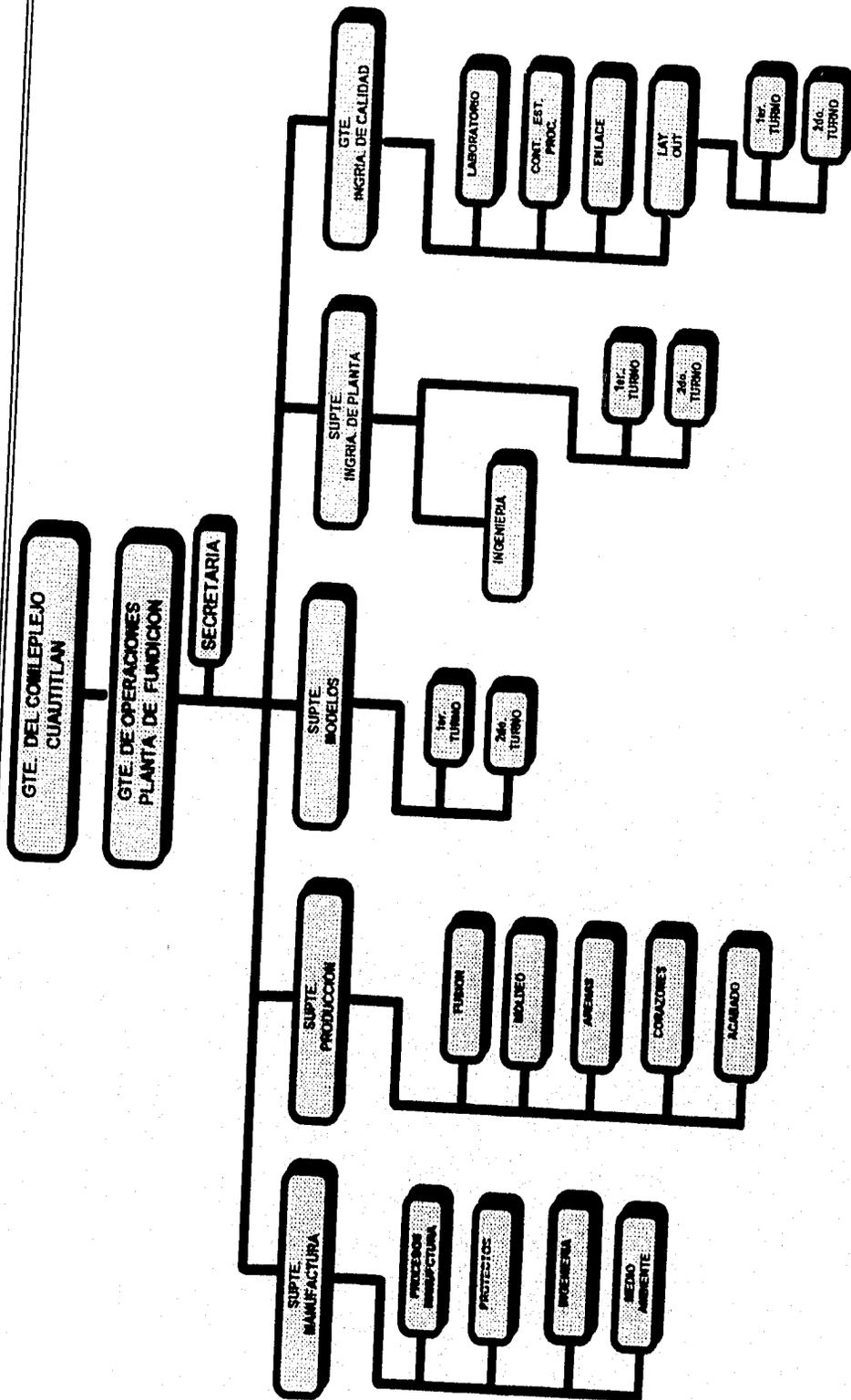
---

- 1964. Apertura de la planta de partes de motor línea No. 1.
- 1968. Planta para tratamiento de agua con capacidad de 294 gal / min. sustituida por una planta a nivel complejo en 1993.
- 1970. Cisterna para 264,000 galones de agua.
- 1973. Cuarto horno de inducción y tercer molino para arena de moldeo, como soporte a producción de línea No. 1.
- 1976. Apertura de la línea No. 2 para producir Mazas y Tambores de exportación.
- 1977. Edificio para el taller de modelos, con oficinas.
- 1978. Ampliación de la línea No. 2 con los siguientes incrementos:
  - a) Cuarto horno de inducción
  - b) Tercer molino para arena de moldeo.
  - c) Línea de moldeo con 50 plataformas adicionales, y su túnel de enfriamiento correspondiente.
- 1984. Sopladora y molino para corazones en proceso de caja fría.
- 1985.
  - a) Sopladora para corazones en proceso.
  - b) Cabina acústica en desmoldeo línea No. 1.
  - c) Remodelación de baños y comedor.
- 1986.
  - a) Sopladora para la alta producción de corazones pequeños.
  - b) Ampliación del sistema de enfriamiento de agua para sopladoras.
  - c) Ampliación y remodelación del laboratorio de calidad.<sup>(1)</sup>
  - d) Enfriador y homogeneizador de arena línea No. 1.
  - e) Nuevo sistema de extracción en polvo y gases, para control de contaminación ambiental.
- 1991. Modelo herramental para Monoblock 302.
- 1993. Modelo herramental para Monoblock 351.
- 1995. Modelo herramental para Cabeza de Cilindros para exportación.

---

<sup>(1)</sup> En éste laboratorio se comprobaron resultados del funcionamiento del método de Deming. " PDCA "

**ORGANIGRAMA PLANTA DE FUNDICION.**



## DESCRIPCION DE AREAS, INSTALACIONES Y SERVICIOS.

### AREAS.

La planta de fundición de Ford México esta constituida por una línea donde se manufacturan piezas misceláneas de peso ligero para motores de 8 y 6 cilindros.

Dicha línea cuentan con las siguientes áreas productivas:

#### FUSION

Area en donde se prepara el metal fundido indispensable para la fabricación de piezas de hierro gris y hierro dúctil ( nodular ), que es el principal componente de las piezas.<sup>(2)</sup>

#### PREPARACION DE ARENAS

Aquí como su nombre lo dice, se preparan las mezclas de arena (arena de moldeo y arena de careo) necesarias para la elaboración de los moldes en verde, así como también las mezclas de arena (resina y aceite) necesarias para la elaboración de corazones.

#### SOPLADO DE CORAZONES

Es donde se fabrican todos los corazones que requieren las piezas en ambas líneas de moldeo para conformar sus interiores, utilizando procesos de caja caliente y caja fría.

#### ENSAMBLE DE CORAZONES

En esta área se les da un terminado a todos los corazones y se ensamblan aquellos que así lo requieran para su utilización en líneas de moldeo.

#### MOLDEO

Area en la cual se fabrican los moldes en verde por compactación y se colocan los corazones requeridos para cada una de las piezas a colar.

#### ACABADO

También conocida como área de terminado, tiene como labar el limpiar y rebabeear todas las piezas fundidas, hasta obtener un producto listo para maquinarse.

### INSTALACIONES.

1) Areas totales.

	PLANTA DE FUNDICION	AREA DE CUAUTITLAN
Metros cuadrados	9, 593	1, 066, 563

El edificio principal es de un piso y el administrativo es de dos pisos.

<sup>(2)</sup> El área de fusión es el proceso específico donde se aplico el método Deming " PDCA " ..

II ) Energía eléctrica.

La alimentación de energía eléctrica es de 85 KV a 60 Hz, con las líneas desde Cuautitlán y Victoria, que alimenta la subestación de 48MVA/23 KVA. Como distribución interna en 23 KV, usada en equipos 440v fuerza y 110v en control.

EQUIPO LINEA No. 1

■ *Subestación principal de la planta de fundición.*

a) 2 transformadores de servicio  
con una capacidad de 1500 KVA  
cada uno.

b) 3 interruptores de baja tensión.

■ *Alimentación de potencia a hornos.*

a) Transformadores de potencia. 3  
de 1800 KVA y 1 de 2350 KVA.

b) Interruptores de 1250 A.

III ) Suministro de agua.

El agua proviene de Cuautitlán Izacalli y de tres pozos profundos del complejo Cuautitlán que es alimentada por una tubería de 4 pulgadas de diámetro a una cisterna de concreto de 264,200 galones y 4 tanques de 25,000 galones cada uno.

IV ) Distribución de gas natural.

El gas es alimentado directamente por PEMEX a través de una tubería de 4 pulgadas de diámetro a 130 PSI.

V ) Aire comprimido.

El sistema de la planta esta soportado por el siguiente equipo:

a) 8 compresores

b) 1 secador de aire

VI ) Vapor.

- a) 3 Calderas de 40 HP.

VII ) Protección contra incendios.

- a) Dos sistemas aspersores, uno dentro de la planta y otro en el almacén de sacos.
- b) 26 hidrantes de 15 pulgadas de diámetro y 100 pies de manguera, dentro de la planta.
- c) 10 hidrantes de 2.5 pulgadas de diámetro y 150 pies de manguera, en el exterior de la planta.

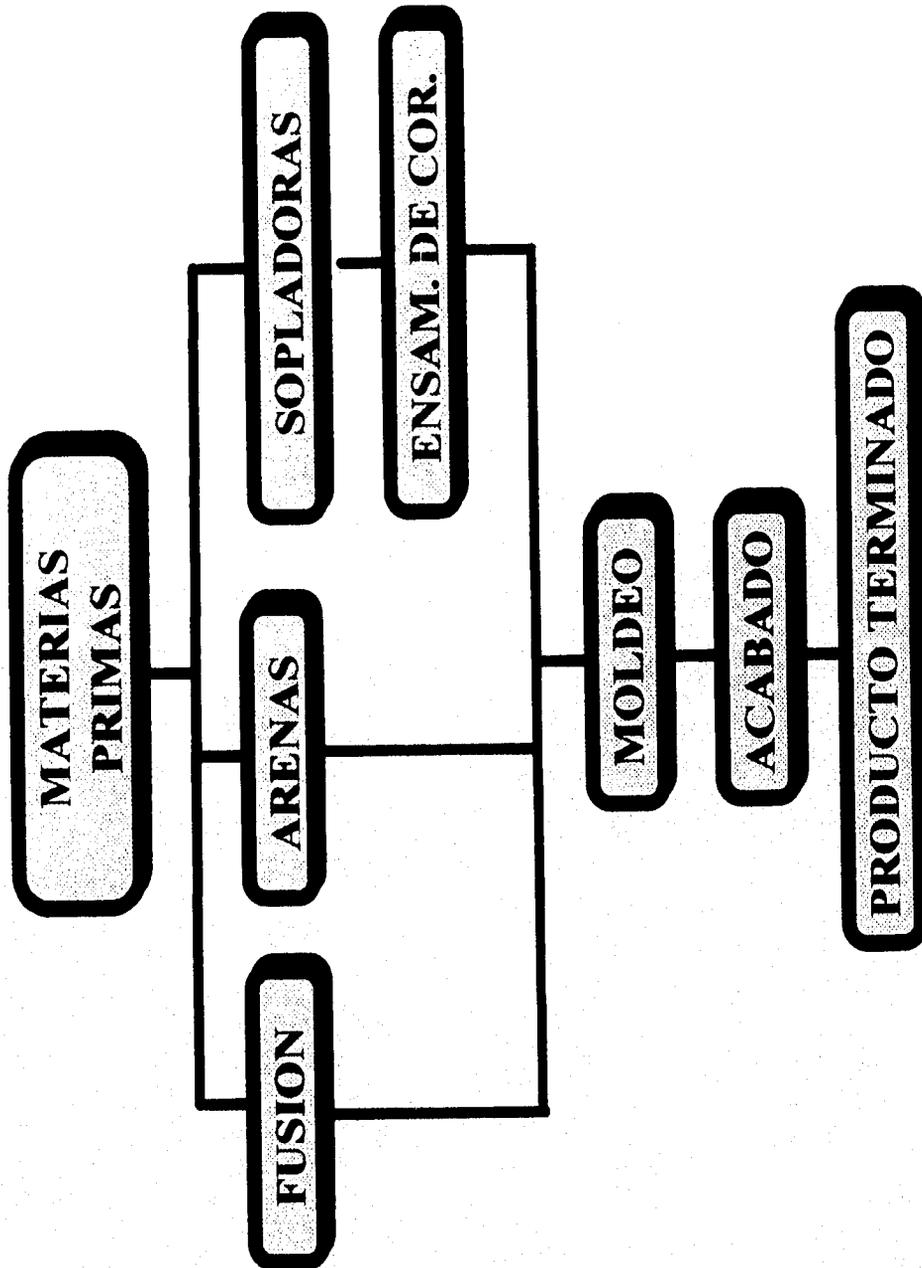
VIII ) Comunicación.

- a) Conmutador telefónico doble, con 40 líneas para fundición y 120 líneas para el total del área.
- b) Sistema ejecutivo de interconexión, con 200 aparatos.
- c) Servicio de *Telex*, *Rapifax*, *Profs* y sistema de comunicación por televisor en comedores, salas de juntas.

**SERVICIOS.**

- a) Cafetería para empleados y operarios a sueldo mensual, con capacidad de 250 personas por hora.
- b) Servicio médico con rayos X.
- c) Transporte de personal, con 51 rutas para el total del área.
- d) Baños y vestidores, con 110 regaderas.
- e) Instalaciones deportivas con un área de 37,500 m<sup>2</sup> para el total del complejo.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACION



**PROCESO DE FUNDICION ( áreas productivas y de Servicios )**

<b>A) AREAS PRODUCTIVAS</b>		
<b>AREA</b>	<b>EQUIPOS PRINCIPALES</b>	<b>MATERIA PRIMA</b>
<b>FUSION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hornos</li> <li>• Equipo de carga de metal</li> <li>• Transportador de metal líquido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acero ( estructural y paca de bajo carbono )</li> <li>• Retorno</li> <li>• Grafito</li> <li>• Ferroleaciones (FeCr, FeMn, FeSi, FeMg y FeMo)</li> </ul>
<b>ARENAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezcladores</li> <li>• Sistema de transportación</li> <li>• Sistema de entriamiento</li> <li>• Criba rotatoria</li> <li>• Captación de polvos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arena sílica</li> <li>• Mogul</li> <li>• Bentonita sódica</li> <li>• Harina de madera</li> <li>• Carbón marino</li> <li>• Agua</li> </ul>
<b>SOPLADORES DE CORAZONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sopladoras</li> <li>• Herramentales</li> <li>• Mezcladores de arena</li> <li>• Racks y transportadores</li> <li>• Equipo anticontaminante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arena sílica</li> <li>• Resina y catalizadores ( caja caliente y caja fría )</li> </ul>
<b>ENSAMBLE DE CORAZONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas manuales</li> <li>• Calibradores</li> <li>• Equipo de secado de corazones.</li> <li>• Rack y transportadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corazones</li> <li>• Pinturas y pegamentos</li> <li>• Esmeriles y brocas</li> <li>• Tornillos para ensamble</li> </ul>
<b>MOLDEO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moldeadoras</li> <li>• Herramentales</li> <li>• Cajas de moldeo</li> <li>• Plataformas y/o líneas</li> <li>• Sistema de enfriamiento</li> <li>• Captación de polvos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corazones</li> <li>• Arena ( careo y de moldeo )</li> <li>• Metal.</li> </ul>
<b>ACABADO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas neumáticas</li> <li>• Esmeriles</li> <li>• Maquinas de limpieza</li> <li>• Equipo de captación de polvos y humo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piezas fundidas</li> <li>• Perdigones</li> <li>• Piedras de esmeril</li> </ul>

**B) AREAS DE SERVICIO**

El área de servicios abarca modelos, mantenimiento, calidad, control de producción e ingeniería de manufactura.

AREA DE FUSION

**I. MATRIZ DE CARACTERISTICAS DE FUSION**

OPERACION		% C, Si, Cr y Mn	Dureza BHN	Libre de Carburos	Libre de Escoria	Temp. Metal	Método de Colado
No.	Descrip.						
10	Carga de materiales	X	A	A	A		
20	Fusión y Preparación del metal	X	X	A			
30	Remover escoria				X	A	
40	Tomar muestra para análisis químico	M					
50	Ajuste químico	X	A	A			
60	Remover escoria				X	A	
70	Tomar muestra para análisis químico	M					
80	Ajustar y calentar	X	X	A		X	
90	Check temperatura del metal					M	
100	Ajustar temperatura del metal	A				X	
110	Verificar metal a la olla					A	
120	Inocular	X	X	X			
130	Tomar muestra inoculada/chill	M					
140	Transportar olla a área de colado					A	
150	Remover escoria de la olla				X	A	A
160	Tomar temperatura del metal en la olla					M	
170	Colar moldes						X
180	Remover escoria del sifón olla				X		A

X = Cambio intencional  
A = Afectación no intencional  
M = Verificación o monitoreo



FUENTES DE VARIACION DE ENTRADA	DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO	RESULTADOS DESEADOS
<p>16. Falta eléctrica y/o mecánica en el horno.</p> <p>17. Omisión y/o mala inoculación</p> <p>18. Variación en la granulometría del inoculante.</p> <p>19. Variación en el análisis químico entre lotes de inoculante.</p> <p>20. Falta en báscula para pesar inoculante</p> <p>21. Falta/falta de báscula para pesar inoculante.</p> <p>22. Omisión o remoción defectuosa.</p> <p>23. Falta del pirómetro y/o de termopares.</p> <p>24. Mala sincronización entre cadena y gancho.</p> <p>25. Tiempo de vaciado fuera de lineamiento.</p> <p>26. Allura de vaciado.</p> <p>27. Omisión o remoción defectuosa</p>		<p>Temperatura de acuerdo a instrucciones.</p> <p>Obtener microestructura de acuerdo a especificación ( sin carburos ).</p> <p>4</p> <p>Dureza según especificación.</p> <p>2</p> <p>Obtener análisis químico en control estadístico.</p> <p>1</p> <p>Obtener allura de cemenlita dentro de lineamiento.</p> <p>Metal a colar libre de escoria</p> <p>11</p> <p>Temperatura de colado de acuerdo a lineamiento.</p> <p>13</p> <p>Piezas libre de defectos</p> <p>Mantener olla libre de escoria.</p> <p>11</p>
<p>⊗ Oper. de tiempo completo</p> <p>⊗ Oper. de tiempo parcial</p> <p>○ Operación.</p>	<p>⊠ Inspección</p> <p>➡ Transporte</p>	<p>▲ Almacén</p> <p>➡ Demora</p>

## III. CARACTERÍSTICAS, ESPECIFICACIONES Y LINEAMIENTOS

Este trabajo se refiere a el área de fusión y se ejemplificara con la cabeza de cilindros.

### I. LINEAMIENTO

Característica	Cabeza de Cilindros	Característica	Cabeza de Cilindros
1.- Carbono	% 3.52/3.473	13.- Moldes por olla	8
2.- Silicio	% 1.95/2.05	14.- Profun. temple	" 0.313/0.375
3.- Manganeso	% 0.80/0.85	15.- Padecería	% 55
4.- Cromo	% 0.30/0.35	16.- Paca	%.- 5
5.- Azufre	% 0.07/0.08	17.- Rebaba	%.- 0/15
6.- Carbono Equiv.	% 3.99/4.09	18.- Retorno	%.- 25/35
7.- Dureza Brinell	BHN 179/229	19.- Matriz Perlitica	%.- 90 Min.
8.- Temp. colado	°C 1420/1430	20.- Matriz Ferritica	%.- 10 Máx.
9.- Tiempo colado	seg 11/13	21.- Grafito # 4	%.- 50 Mín.
10.- Ferro-Silicio	Kgs .....	22.- Grafito A	% 50 Mín.
11.- Graphdox	Kgs 1.6/2.1	23.- Grafito B	%.- 50 Mín.
12.- Inoculoy 63	Kgs .....	24.- Peso vac./molde	Kgs- 75

#### Recomendaciones:

1. La inoculación deberá iniciarse uniformemente, vaciando el inoculante en la base del chorro del metal, iniciando en el segundo tercio de la capacidad de la olla, y terminando al inicio del tercer tercio.
2. Con finas vacías, se deberá aumentar 100 gr. la cantidad de inoculante al inicio de turno.
3. El tiempo máximo de duración del metal inoculado, será de 8 minutos. No colar metal después de éste intervalo.
4. Producción deberá sacar dos muestras por cada horno, para certificar los análisis y medir la calidad de los ajustes, así como verificar el carbón equivalente en cada carga del horno con el determinador de carbón equivalente y comparar con los resultados del laboratorio.
5. Descorear las ollas de colado y revisar el sifón al 100%, y lavar con metal.
6. Mantener llena la taza de colada y vaciado del molde, y evitar salpicaduras que tapen los aires del molde.
7. Producción deberá sacar muestras de Chill de cada tercer olla inoculada, para verificar altura de cementita.
8. Para los arranques en frío de fin de semana y días festivos, se deberá cargar dos blocks de arranque. Si no hubiera block suficientes, cargar un block y retorno hasta la altura de la bobina.
9. La cantidad de inoculante, será de acuerdo a la altura de cementita y lineamiento.
10. Para el sinterizado, cargar el horno con tres blocks de arranque ( hasta la altura de la bobina).

## 2. CODIGOS DE DEFECTOS Y DE FECHAS DE VACIADO

### AREAS DONDE PUEDEN PRODUCIRSE LOS DEFECTOS

{ A }	Acabado
{ C }	Corazones
{ I }	Ingeniería de planta
{ F }	Fusión*
{ P }	Modelos
{ M }	Moldeo

### CODIGO DE DEFECTOS PRINCIPALES

51	Piezas duras	64	Pzas. fuera de esp*
52	Piezas blandas	65	Siglas borrosas
53	Rechupe	66	Sopladuras
54	Grano abierto	67	Corazón rolo
55	Pieza incompleta	68	Esmilado
56	Hierro fuera esp.*	69	Quebradura / grieta
57	Suciedad	70	Reparación defectuosa
58	Caída de arena	71	Exceso de Shot Blas
59	Costro por erosión	72	Falsa unión
60	Penetración	73	Otros defectos
61	Cola de rata	74	Pin Hole
62	Costras	75	Exceso de pintura
63	Variación	76	Hinchazón
		77	Escamas

### FECHAS DE RASTREABILIDAD

A.	Enero	G.	Julio
B.	Febrero	H.	Agosto
C.	Marzo	J.	Septiembre
D.	Abril	K.	Octubre
E.	Mayo	L.	Noviembre
F.	Junio	M.	Diciembre

Ejemplo: 12A6

- 1.- Las dos primeras fechas indican el día.
- 2.- La letra indicara el mes, iniciando con la "A" que corresponde a enero y en orden alfabético y ascendente cada letra corresponde a un mes hasta llegar a diciembre con la letra "M".
- 3.- El último número indicara el año, en este caso la fecha corresponde a 12 de Enero de 1996

Para obtener los mejores resultados en el proceso de fusión, es necesario que los hornos se encuentren en óptimas condiciones al iniciar las operaciones del proceso. Esto se logra dando mantenimiento preventivo o correctivo según sea el caso.

### 1. Mantenimiento preventivo en área de fusión.

- Reparación de paredes.
- Pico de vaciado.
- Sinterizado.
- Baño de metal.
- Sistema de basculamiento cada semana.
- Sistema eléctrico del horno y tableros de control cada semana.

### 2. Mantenimiento correctivo en área de fusión.

- Cambiar refractarios del horno.
- Cambio de anillo superior ( horno Brown Boveri ).
- Cambio de Sandwich
- Cambio del brocal ( chaleco térmico Junker ).

## III. INSTRUCCIONES A SEGUIR EN LA FABRICACION DE LA PIEZA ( Cabeza de Cilindros ).

FORMA I. HOJA DE INSTRUCCION PARA ARRANQUE DE HORNO			
Nombre de la parte:		Operación:	Material:
FUSION		Arranque de hornos de inducción	Tablero de control
NUMERO DE OPERACION	DESCRIPCION DE LA OPERACION	DESCRIPCION DE LA HERRAMIENTA MAQUINA O EQUIPO	No. DE PARTE HERRAMIENTA, MAQUINA O EQUIPO
10	Energizar control.	Horno de inducción	
20	Arrancar ventiladores de cuarto de capacitores.	A, B o C	
30	Arrancar ventiladores de reactores.		
40	Oprimir botón de recuerda.		
50	Conectar banco de simetria.		
60	Conectar capacitores.		
70	Conectar balanceo automática.		
80	Seleccionar Tapa 1.		
90	Balanceo automático de lases.		
100	Regular manómetro de agua de enfriamiento	Manómetro	
110	Accionar llave de interruptor principal.		
120	Energizar horno una vez cargado con bloques de arranque o metal líquido.		

## 5.2 APLICACION DE LA METODO DE DEMING " PDCA ".

De acuerdo a la matriz de características de fusión se procedió de la siguiente manera:

- 10** Carga de materiales. A partir del pozo líquido se dio inicio a la carga de materiales para subir el nivel del pozo.

Pozo líquido = 6247 kg.

- 20** Fusión y preparación del metal.

MATERIALES	<p>Acero = 1200 Kg.          Carbono = 46 Kg.          Silicio = 25 Kg.          Manganeso = 61 Kg.          Cromo = 3 Kg.  <b>Total = 7528 Kg.</b></p>
------------	---

- 30** Se removió la escoria.

- 40** Tomar muestra para análisis químico. La muestra inicial se envió al laboratorio, por envío neumático para realizar el análisis según hojas de instrucción para la prueba; teniendo como resultados los siguientes:

ESPECIFICACION	RESULTADO	
%C 3.52-3.47	3.58	<div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 10px;"> <p>Análisis fuera de especificación</p> </div>
%Si 1.95-2.05	2.13	
%Mn 0.80-0.85	0.79	
%Cr 0.30-0.35	0.33	
%S 0.07-0.08	0.89	

- 50** Ajuste químico. Se ajustó con ferroaleaciones, según lo reportado por el laboratorio agregando:

Carbono = 10 Kg.  
 Acero = 300 Kg.  
 Total de pozo líquido = 7890 Kg.

- 60** Se removió la escoria.

**70** Se tomo la muestra para análisis químico. Después de haber aplicado el método de Deming "PDCA " para saber las causas del problema de las especificaciones, la segunda muestra se envió al laboratorio para aplicarle la prueba, obteniendo los siguientes resultados

**ESPECIFICACION**

**RESULTADO**

%C 3.52-3.47  
%Si 1.95-2.05  
%Mn 0.80-0.85  
%Cr 0.30-0.35  
%S 0.07-0.08

3.47  
2.04  
0.81  
0.33  
0.08

Análisis  
dentro de los límites de  
especificación.

**80** Ajustar y calentar.

**90** Checar temperatura. Se checo dicha temperatura del metal que fue de 1480 °C

**100** Ajustar temperatura del metal. Se realizó el ajuste como indican los lineamientos antes mencionados. 1430 °C

**110** Vaciar meta la olla.

**102** Inocular. Se realizó la inoculación con el inoculante Grafidox como se especifica en los lineamientos y especificaciones

**130** Tomar muestra inoculada Chill. La muestra se envió al laboratorio para realizar análisis metalográfico, es decir, para determinar tipo de grafito.

**140** Transportar olla a área de colado.

**150** Remover escoria de la olla.

**160** Tomar temperatura del metal en la olla. La temperatura en la olla fue de 1430 °C

**170** Colar Moldes.

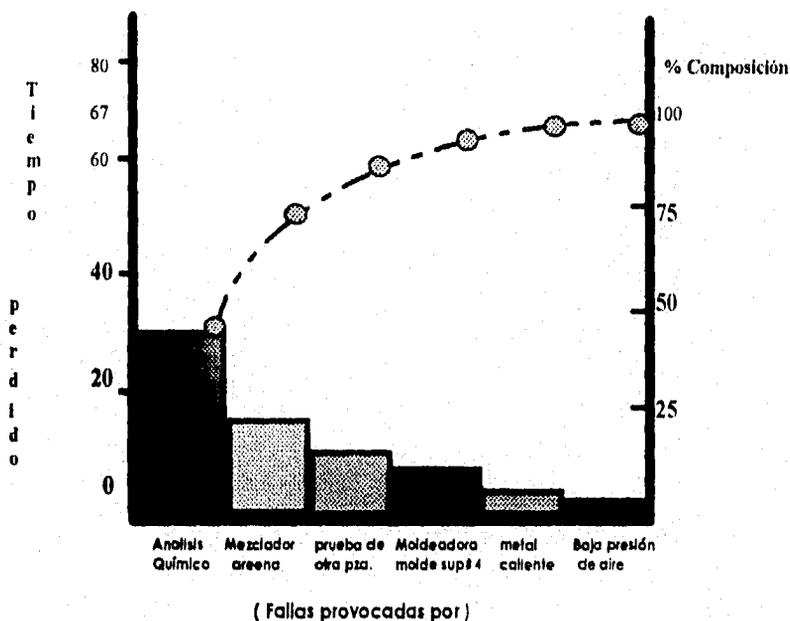
**180** Remover escoria del sfón olla.

Para aplicar la metodología se partió de la operación número 40, que es precisamente donde el análisis químico resulto fuera de especificación. Este problema llego a tal grado que se tuvo que parar la línea de producción, pues el informe del laboratorio reportaba que el análisis químico seguía fuera de especificación según lineamientos establecidos.

El siguiente diagrama de pareto nos muestra que el mayor problema que se detecto fue precisamente en el análisis químico, provocando el paro en la línea de producción.

DIAGRAMA DE PARETO "02E6" (02 DE MAYO DE 1996).

FALLAS	TIEMPO PERDIDO (MIN)	PORCENTAJE RELATIVO	PORCENTAJE ACUMULADO
Por análisis químico fuera de especificación horno B	29	43.28	43.28
Falla en mezclador de arcna	14	20.90	64.18
Prueba de otra pieza	10	14.93	79.11
Falla en moldeadora de molde superior #4	8	11.94	91.05
Metal caliente	4	5.97	97.02
Baja presión de aire	2	2.90	99.99
<b>TOTAL</b>	<b>67</b>	<b>100</b>	<b>99.99</b>



# I. PLANEAR

## I.1 DEFINICION Y ANALISIS DE LA NECESIDAD.

En el área de fusión, observe que en general las cargas de los hornos de fusión en su análisis inicial no cumplían con las especificaciones requeridas, razón por la cual se retrasaba con frecuencia el colado del metal, pues según lineamientos, si los análisis químicos del metal inicial que no se encuentran dentro de los límites de especificación no se autoriza el colado en los moldes. Es de vital importancia darle solución rápida a este problema para evitar disturbios dentro de la línea de producción.

Lo anterior es debido a que en la fundición, cualquiera que sea, siendo una industria de reciclaje de materiales metálicos, la carga del material no es uniforme al iniciar la fusión.

a) ¿ QUE ?

Al iniciar la preparación del metal, los porcentajes de materiales de carga, no son uniformes y el análisis químico reporta que no se cumplen con las especificaciones requeridas según los lineamientos establecidos.

b) ¿ DONDE ?

Este problema se detecto en los hornos de fusión, al recibir resultado del análisis químico

## I.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS.

c).¿ PORQUE ?

para este paso fue necesario hacer uso de una de las herramientas estadísticas mas utilizadas en la solución de problemas, me refiero al "*Diagrama Causa - Efecto*".

**PASO 1:-** Definir el enunciado del efecto

" Cumplimiento de los límites de especificación del análisis químico en la preparación del metal en área de fusión "

**PASO 2:**- Tormenta de Ideas: posibles causas, sin olvidar que estas causas sólo son sospechosas, hasta que su culpabilidad se demuestre con datos concretos.

1. Error al pesaje en materias primas de las ferroaleaciones e inoculantes.
2. Inoculante con porcentajes de concentración fuera de especificación dadas por el proveedor.
3. Alto contenido de carbono en las pacas de acero.
4. Padecería con exceso de grasa, pintura, etc.
5. Mal control de temperatura.
6. Falta de capacitación de los operadores.
7. Supervisión deficiente.
8. Determinador de carbono y azufre deteriorados.
9. Microscopios fuera de calibración.
10. Clima cambiante.
11. Falta de comunicación (Fusión-Laboratorio).
12. Material de retorno con exceso de arena.
13. Capacitación no enfocada al proceso específico.
14. Instrucciones de operación confusas.
15. Mala identificación de materiales: ferroaleaciones, grafitos, inoculantes, etc.
16. Sinterizado de hornos.
17. Falta de motivación.
18. Cambio de refractario del horno.
19. Reparación de paredes
20. Espectrometros en malas condiciones.
21. Reparación del sistema eléctrico del horno
22. Personal con exceso de confianza.
23. Equipos mal calibrados (determinador de C y S).
24. Pirómetros mal calibrados o falta de suministro de refacciones.
25. Cambio del brocal (chaleco térmico).

**PASO 3:**- Definir categorías principales, es decir, agruparlas por algún aspecto en común.

### **Materia Prima**

1. Material de retorno con exceso de arena.
2. Alto contenido de carbono en las pacas de acero.
3. Inoculante con porcentajes de concentración fuera de especificación dadas por el proveedor.
4. Padecería con exceso de grasa, pintura, etc.

### **Métodos**

1. Mal control de temperatura.
2. Falta de capacitación
3. Mala identificación de materiales: ferroaleaciones, grafitos, inoculantes, etc.
4. Error al pesaje en materias primas de las ferroaleaciones y de los inoculantes.
5. Supervisión deficiente.

### **Inspección**

1. Espectómetros en malas condiciones.
2. Determinador de carbono y azufre deteriorados.
3. Microscópios fuera de calibración.

### **Medio Ambiente**

1. Falta de comunicación (Fusión-Laboratorio).
2. Falta de motivación.
3. Clima cambiante.

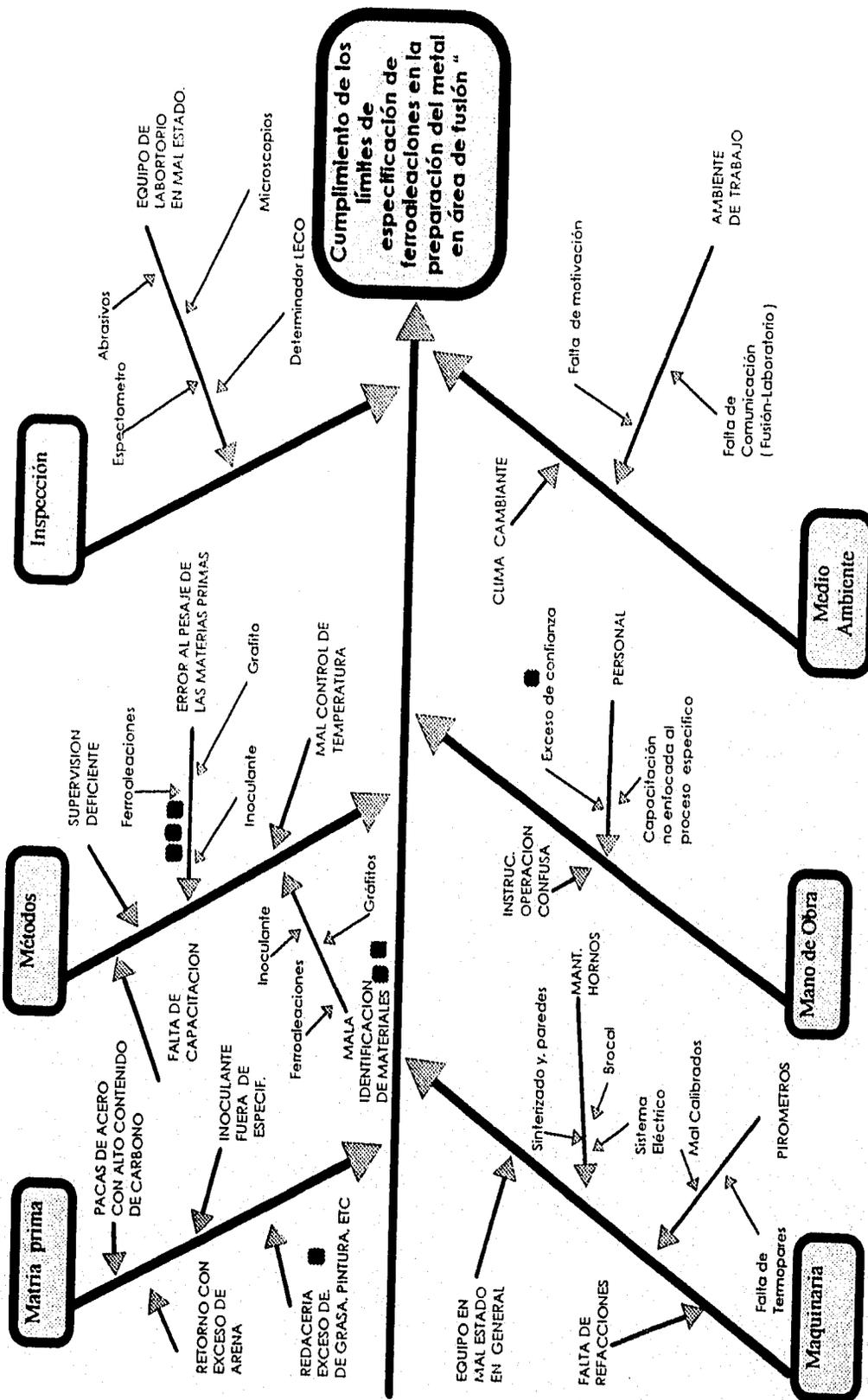
### **Mano de obra**

1. Instrucciones de operación confusas.
2. Personal con exceso de confianza.
3. Capacitación no enfocada al proceso específico.

### **Maquinaria**

1. Cambio de refractario del horno.
2. Sinterizado de hornos
3. Reparación de paredes
4. Reparación del sistema eléctrico del horno
5. Equipos mal calibrados (determinador de C y S).
6. Pirómetros mal calibrados, suministro de refacciones
7. Cambio del brocal (chaleco térmico).

**PASO 3:** Construir el Diagrama Causa-Efecto.



**PASO 5:- Causas más probables.**

c).¿ PORQUE ?

- \* Mal manejo de materiales al pesaje de cada uno de ellos.
- \* Materia prima fuera de especificación, es decir el porcentaje de concentración no coincide con la del proveedor.
- \* Exceso de confianza por parte de los operarios debido a la experiencia que tienen a lo largo de los años, en ocasiones suele fallar.

**I.3 ESTABLECER ESTRATEGIAS DE ACCION**

d).¿ COMO ?

- \* Para hacer el ajuste a la carga del metal, se debe proceder a pesar con mayor precisión, las ferroaleaciones, aceros, retornos y grafitos, de acuerdo a especificaciones establecidas.
- \* Se tendrá un mayor control en la recepción de materiales ya que estas pueden traer adherencias extrañas que provocan que el metal salga de especificaciones

**I.4 PROGRAMAR ACCIONES**

e).¿ CUANDO ?

Dada la gravedad del problema y debido a que la línea no se puede parar, estas acciones se deben realizar de inmediato, a partir de la siguiente preparación de metal.

## **II. HACER**

**1. IMPLEMENTAR ACCIONES.**

- 1.- A partir de las siguientes coladas se pedirá mayor responsabilidad y concientización por parte de los operarios, respecto al pesaje de la materia prima.

- 2.- En las próximas adquisiciones del material se exigirá al proveedor un control más estricto de especificaciones con la finalidad de volver a tener una buena confiabilidad y oportunidad del material. Se solicitará un certificado de calidad de los productos.
- 3.- Calibrar y mantener en buen estado el equipo como son básculas, determinador DIGILAB, espectómetros y pirómetros entre otros con la finalidad de seguir mejorando el proceso y así disminuir los productos defectuosos.
- 4.- Usar patrones certificados ( CEMAN, DGN, etc. ).

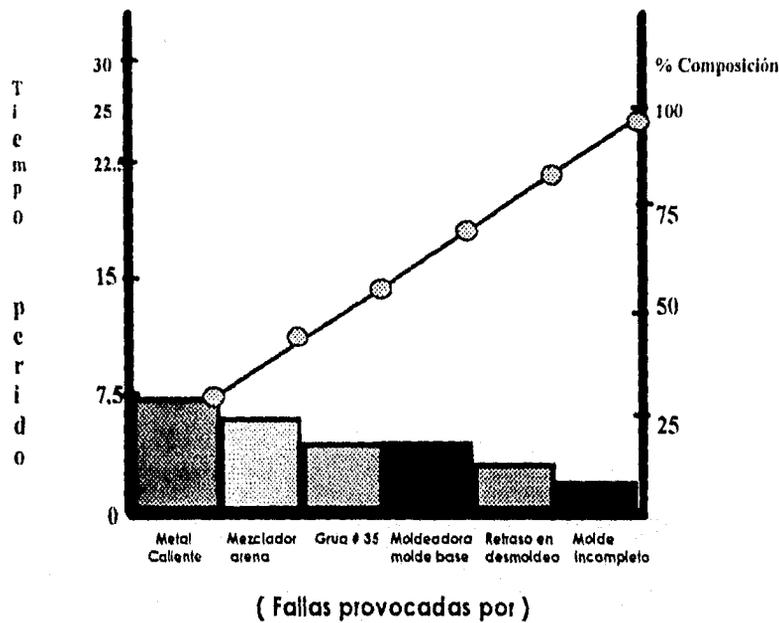
## III. VERIFICAR

### 1. CONTROL DE LOS RESULTADOS.

Al implementar las acciones mencionadas se obtuvieron resultados muy satisfactorios , al mandar la muestra inicial al laboratorio esta ya cumple con las especificaciones requeridas. Prueba de ello se refleja en las siguientes gráficas que a continuación se muestran

**DIAGRAMA DE PARETO " 30E6 " ( 30 DE MAYO DE 1996 ).**

FALLAS	TIEMPO PERDIDO ( MIN )	PORCENTAJE RELATIVO	PORCENTAJE ACUMULADO
Metal caliente	7	28	28
Falla en mezclador de barras 1 y 2	5	20	48
Falla de gran No. 25	4	16	64
Falla de mezclador de barras de barras	4	16	80
Problemas en hornos	3	12	92
Falla por falta de material	2	8	100
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>100</b>	<b>100</b>



En este digrama se puede observar que el error en el análisis químico desapareció

A continuación se presentan los histogramas y las gráficas de control para el silicio y carbón, que fueron los elementos que estuvieron fuera de los límites de especificación, así como la hoja de verificación de inspección. Se podrá observar que dichos límites ya se encuentran dentro de especificación.

**GRAFICA E HISTOGRAMA DEL SILICIO INOCULADO MEDIANTE LECTURAS INDIVIDUALES**

<b>INICIO</b> : 16/05/96	<b>FINAL</b> : 30/05/96	<b>Time</b> : 2: 30:30 pm
<b>AREA</b> : FUSION	<b>CARACT</b> : SILICIO INOCULADO	
<b>PIEZA</b> : CABEZA DE CILS. GT-40	<b>FREC</b> : CADA TURNO 3 ANALISIS	

Control limit Range 1 - 30	Total Samples = 30	Subgroups = 30
n = 1	LCLX = 2.038	Xbar = 2.106
Cpk = 2.360	LCLMR = 0.000	Mrbar = 0.026
		UCLX = 2.175
		UCLMR = 0.084

Engineering Specification	
Lower : 1.900	Upper : 2.300

PATTERN ANALYSIS					
Subgroup:	1	2	3	4	5
Sample : 1	2.100	2.050	2.090	2.110	2.080
Sum	2.100	2.050	2.090	2.110	2.080
Indv	2.100	2.050	2.090	2.110	2.080
MovR	Undefined	0.050	0.040	0.020	0.030
Date	16/05/96				20/05/96

PATTERN ANALYSIS					
Subgroup:	6	7	8	9	10
Sample : 1	2.100	2.140	2.140	2.160	2.080
Sum	2.100	2.140	2.140	2.160	2.080
Indv	2.100	2.140	2.140	2.160	2.080
MovR	0.020	0.040	0.000	0.020	0.030
Date					21/05/96

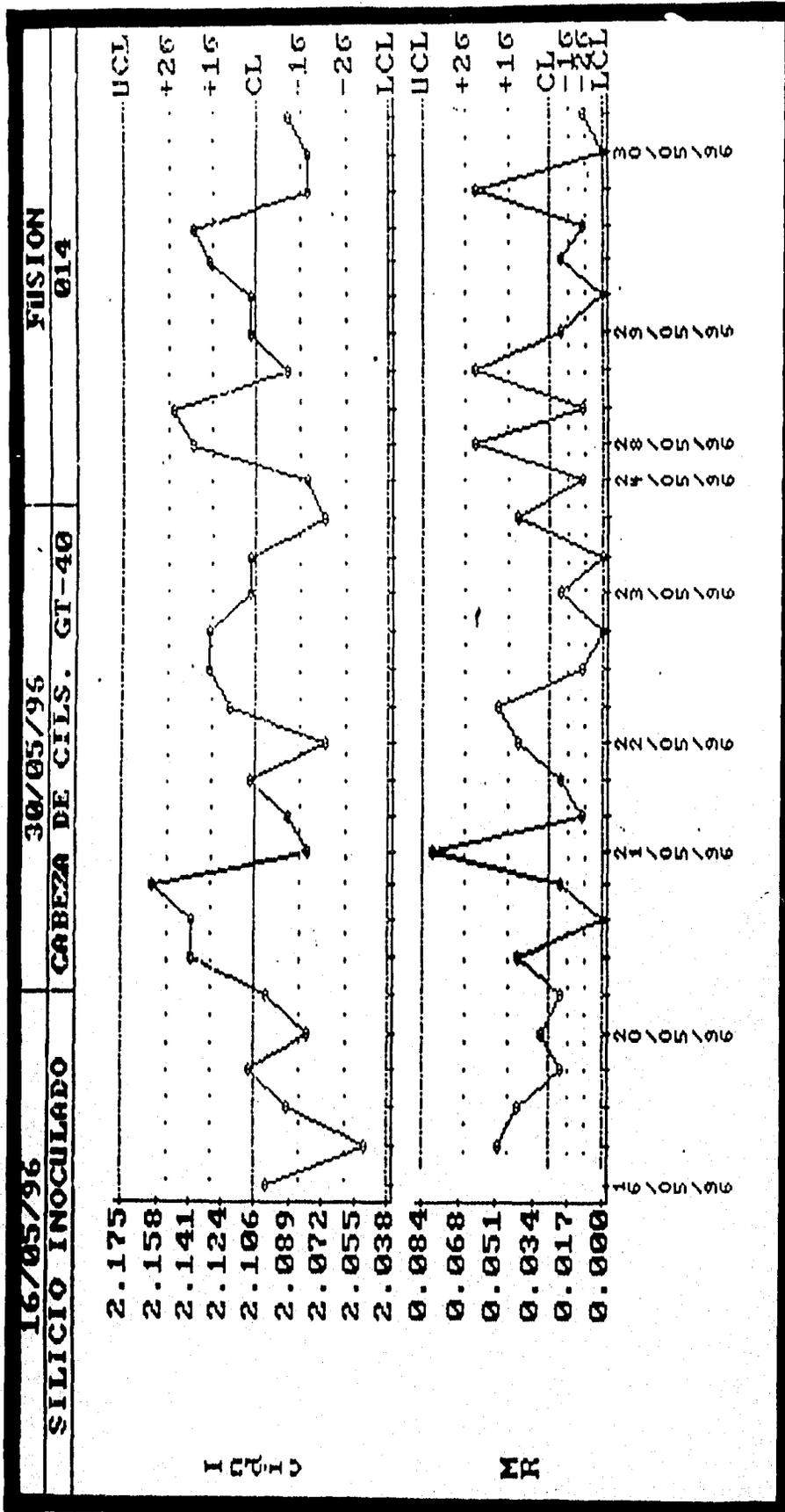
PATTERN ANALYSIS					
Subgroup:	11	12	13	14	15
Sample : 1	2.090	2.110	2.070	2.120	2.130
Sum	2.090	2.110	2.070	2.120	2.130
Indv	2.090	2.110	2.070	2.120	2.130
MovR	0.010	0.020	0.040	0.050	0.010
Date			22/05/96		

PATTERN ANALYSIS					
Subgroup:	16	17	18	19	20
Sample : 1	2.130	2.110	2.110	2.070	2.080
Sum	2.130	2.110	2.110	2.070	2.080
Indv	2.130	2.110	2.110	2.070	2.080
MovR	0.000	0.020	0.000	0.040	0.010
Date		23/05/96			24/05/96

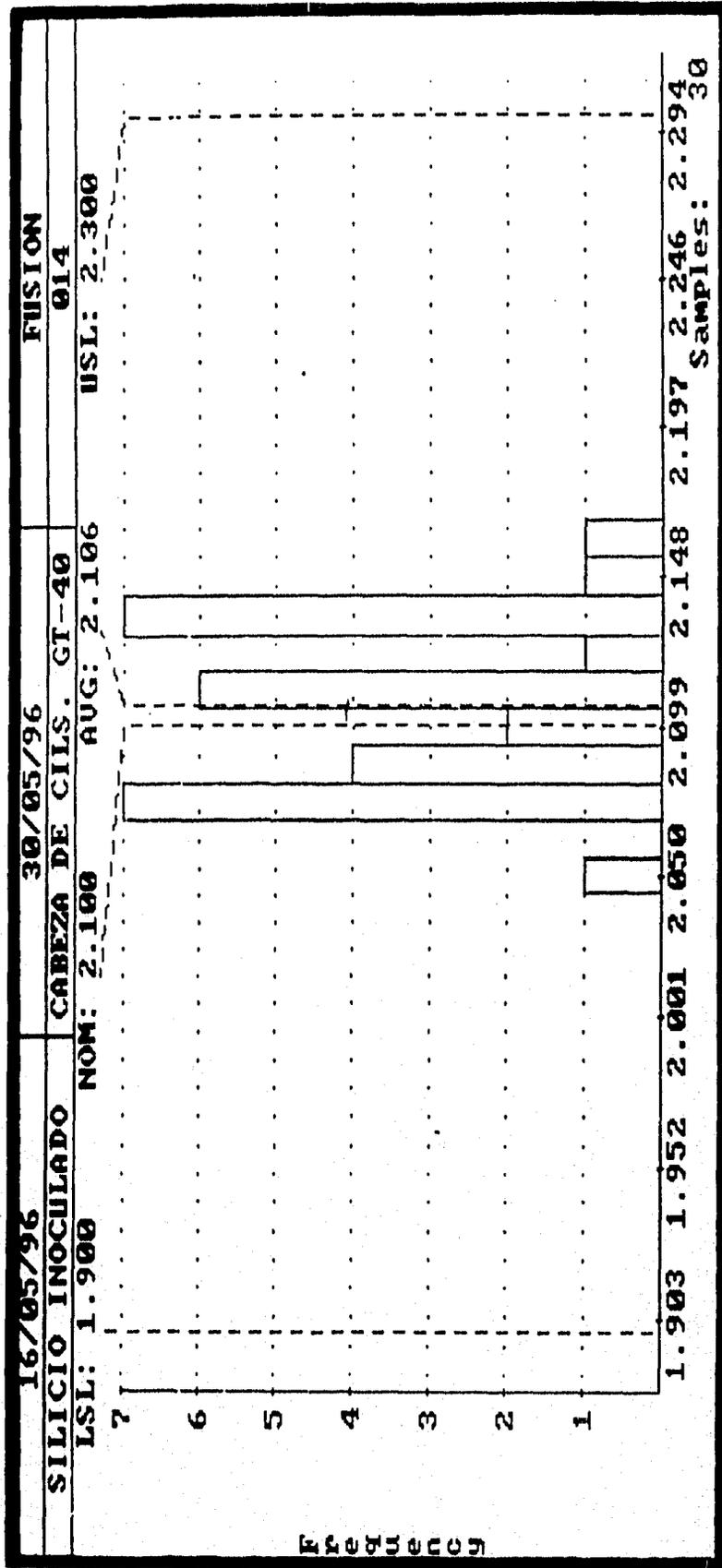
PATTERN ANALYSIS					
Subgroup:	21	22	23	24	25
Sample : 1	2.140	2.150	2.090	2.110	2.110
Sum	2.140	2.150	2.090	2.110	2.110
Indv	2.140	2.150	2.090	2.110	2.110
MovR	0.060	0.010	0.060	0.020	0.000
Date	28/05/96				20/05/96

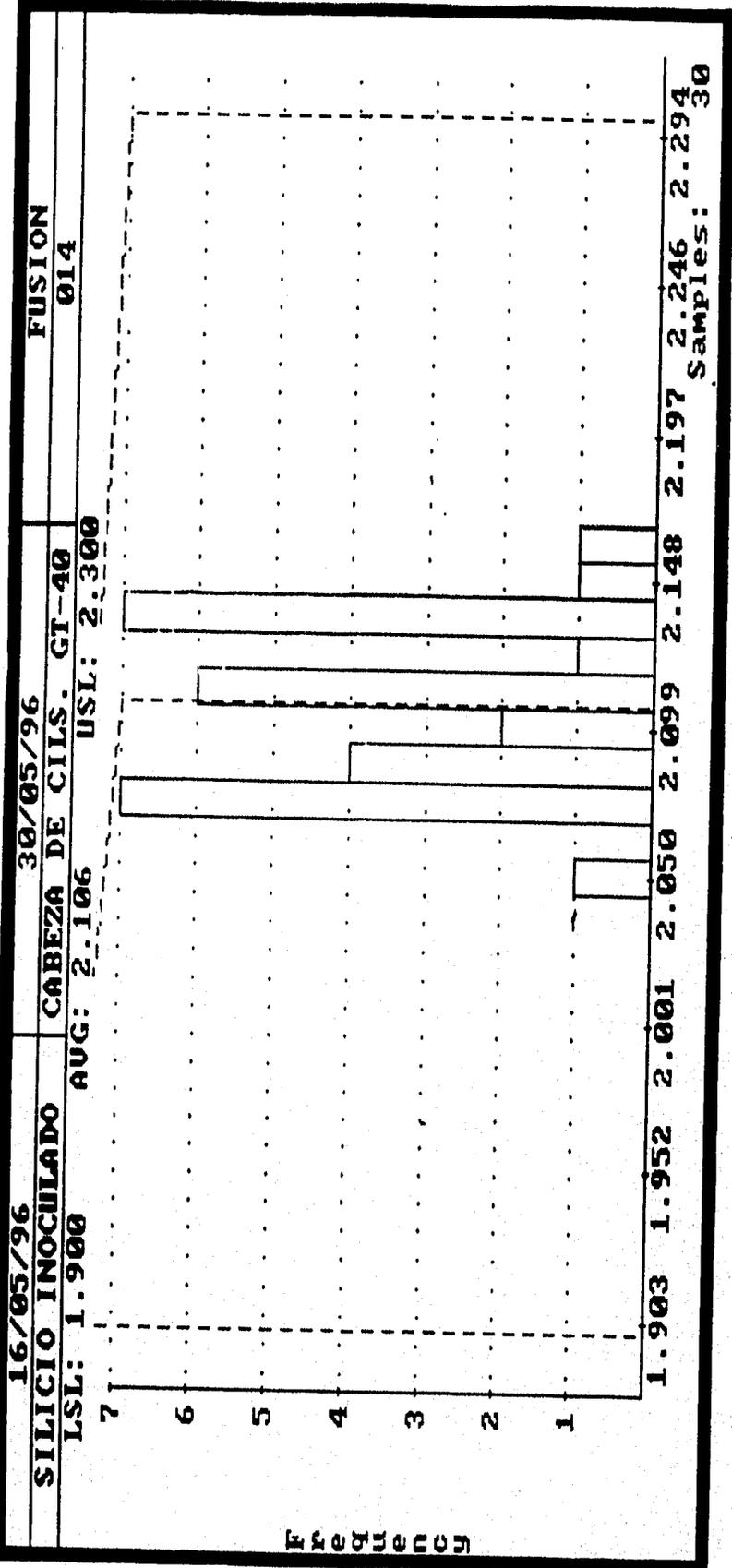
PATTERN ANALYSIS					
Subgroup:	26	27	28	29	30
Sample : 1	2.130	2.140	2.080	2.080	2.090
Sum	2.130	2.140	2.080	2.080	2.090
Indv	2.130	2.140	2.080	2.080	2.090
MovR	0.020	0.010	0.060	0.000	0.010
Date				30/05/96	

Grafica de control del Silicio inoculado cumpliendo ya con los límites de especificación.



Histograma del Silicio Inoculado cumpliendo ya con los límites de especificación.





**GRAFICA E HISTOGRAMA DEL CARBONO INOCULADO**

<b>INICIO</b> : 16/05/96	<b>FINAL</b> : 30/05/96	<b>Time</b> : 2:30/30 pm
<b>AREA</b> : FUSION	<b>CARACT</b> : CARBONO INOCULADO	
<b>PIEZA</b> : CABEZA DE CILS. GT-40	<b>FREC</b> : CADA TURNO 3 ANALISIS	

Control limit Range 1-30	Total Samples = 30	Subgroups = 30
n = 1	LCLX = 3.425	Xbar = 3.483
Cpk = 1.666	LCIMR = 0.000	Mrbar = 0.022
		UCLX = 3.541
		UCLMR = 0.071
Engineering Specification		
Lower : 3.400      Upper : 3.600		

PATTERN ANALYSIS					
Subgroup:	1	2	3	4	5
Sample : 1	3.510	3.460	3.500	3.490	3.500
Sum	3.510	3.460	3.500	3.490	3.500
Indv	3.510	3.460	3.500	3.490	3.500
MovR	Undefined	0.050	0.040	0.010	0.040
Date	16/05/96				20/05/96

PATTERN ANALYSIS					
Subgroup:	6	7	8	9	10
Sample : 1	3.480	3.460	3.490	3.480	3.500
Sum	3.480	3.460	3.490	3.480	3.500
Indv	3.480	3.460	3.490	3.480	3.500
MovR	0.020	0.020	0.030	0.010	0.020
Date					21/05/96

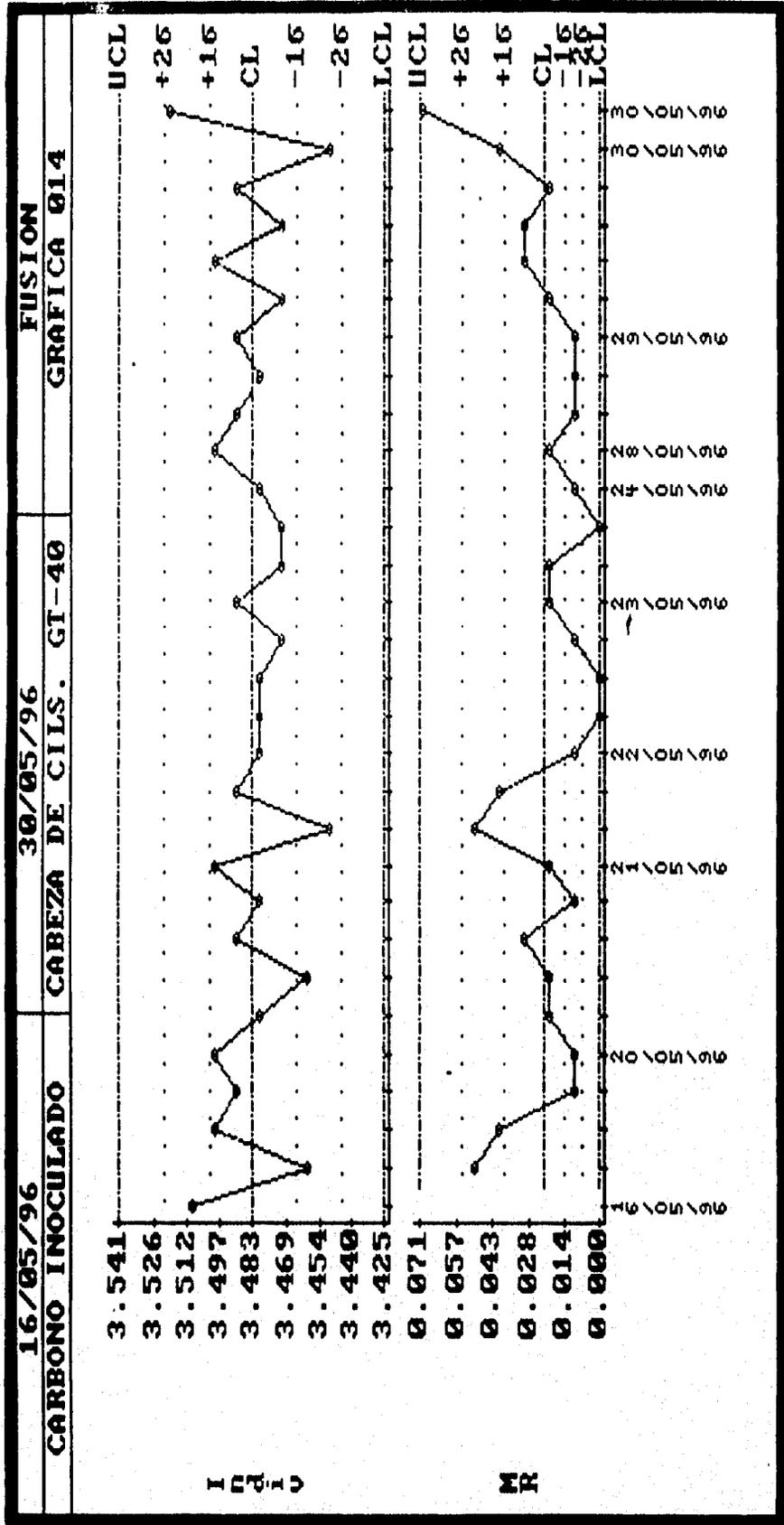
PATTERN ANALYSIS					
Subgroup:	11	12	13	14	15
Sample : 1	3.4500	3.490	3.480	3.480	3.480
Sum	3.4500	3.490	3.480	3.480	3.480
Indv	3.4500	3.490	3.480	3.480	3.480
MovR	0.050	0.040	0.010	0.000	0.000
Date			22/05/96		

PATTERN ANALYSIS					
Subgroup:	16	17	18	19	20
Sample : 1	3.470	3.490	3.470	3.470	3.480
Sum	3.470	3.490	3.470	3.470	3.480
Indv	3.470	3.490	3.470	3.470	3.480
MovR	0.010	0.020	0.020	0.000	0.010
Date		23/05/96			24/05/96

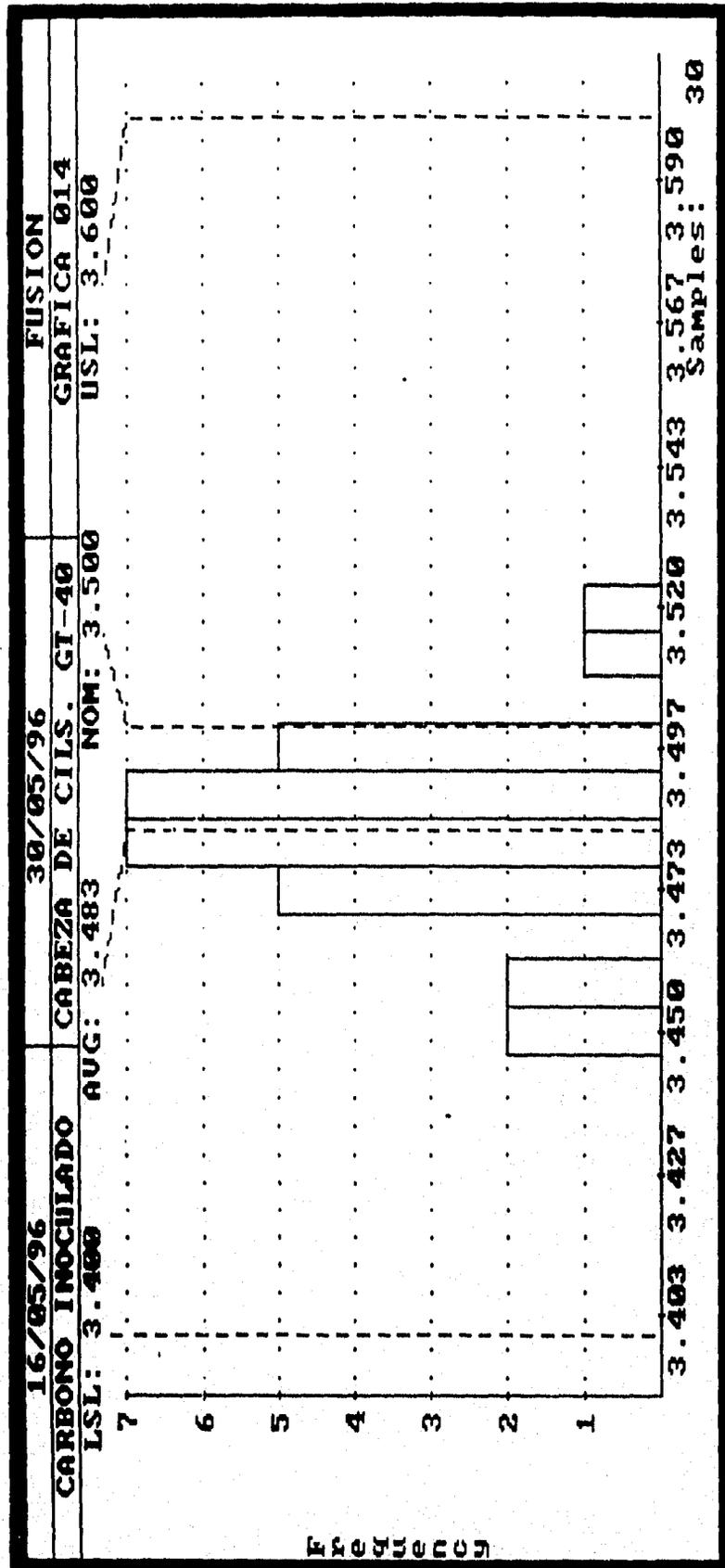
PATTERN ANALYSIS					
Subgroup:	21	22	23	24	25
Sample : 1	3.500	3.490	3.480	3.490	3.470
Sum	3.500	3.490	3.480	3.490	3.470
Indv	3.500	3.490	3.480	3.490	3.470
MovR	0.020	0.010	0.010	0.010	0.020
Date	28/05/96				20/05/96

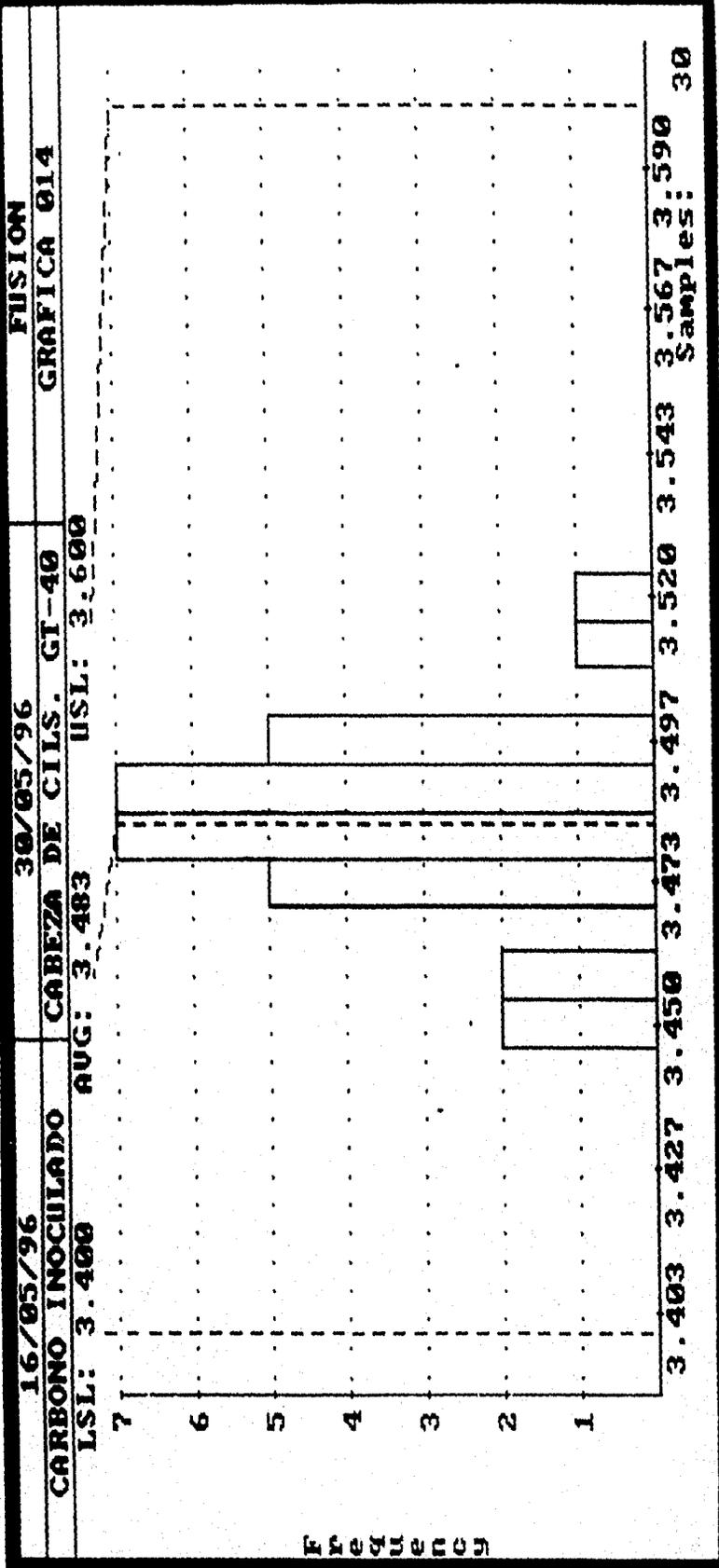
PATTERN ANALYSIS					
Subgroup:	26	27	28	29	30
Sample : 1	3.500	3.470	3.490	3.450	3.520
Sum	3.500	3.470	3.490	3.450	3.520
Indv	3.500	3.470	3.490	3.450	3.520
MovR	0.030	0.030	0.030	0.040	0.070
Date				30/05/96	

Grafica de control del Carbono Inoculado cumpliendo ya con los límites de especificación.



Histograma del Carbono Inoculado cumpliendo ya con los límites de especificación.





## HOJA DE VERIFICACION

REPORTE DE CALIDAD LABORATORIO			TIPO DE PRUEBA: METALOGRAFICO		LAB No. xxx
PRESENTADO POR:		FECHA DE RECIBO	PRIMER TURNO		% DE PARTE
INSPECCION		30/05/96			
PLANTA	FUNDICION	CANTIDAD RECIBIDA	POR MUESTRA		FECHA DE VACIADO
DEPARTAMENTO	PRODUCCION	ESPECIFICACION DEL MATERIAL	HIERRO GRADO " AC "		NOMBRE DE LA PARTE
					CABEZA GT - 40
ESPECIFICACIONES			RESULTADOS		
% C	3.52 - 3.47		3.47		
% Si	1.95 - 2.05		2.04		
% Mn	0.50 - 0.85		0.83		
% Cr	0.30 - 0.35		0.33		
% S	0.07 - 0.088		0.08		
APROBADO <input checked="" type="checkbox"/>	RECHAZADO <input type="checkbox"/>	FECHA 30/05/96	NOMBRE Y FIRMA DE TURNO	APROBADO <input checked="" type="checkbox"/>	RECHAZADO <input type="checkbox"/>
				NOMBRE Y FIRMA Jefe de lab.	FECHA 30/05/96

# IV. ACTUAR

### 1. RECIBIR RETROALIMENTACION.

Cuando los resultados no son los esperados se vuelve a aplicar el "PDCA" hasta lograr el resultado requerido.

La información que el cliente reporto ( moldeo y acabado ) fue satisfactorio, el producto redujo el número de defectos producidos . Estos resultados son una motivación para seguir mejorando continuamente los procesos.

Estandarizar las acciones en base a los resultados obtenidos.

Al terminar el proceso "PDCA" Y estandarizar el proceso, se debe continuar aplicando el "PDCA" Para lograr "la mejora continua".

## **CAPITULO 6**

# **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES:

Nuestra situación político-económica que actualmente vive nuestro país ya no nos permite seguir viviendo con esta mediocridad que nosotros mismos hemos adoptado.

No se necesita tener un poder mental excepcional para detectar los problemas de las empresas donde laboramos o de nuestra vida cotidiana, sino que se necesita valor para enfrentarnos a las inconsistencias y evitar huir de ellas nada más porque siempre lo hemos hecho así tenemos todo, contamos con recursos naturales, fuerza de trabajo e intelectual y aun así sufrimos retrasos tecnológicos y las consecuencias que de esto resulta.

Buscar respuestas que representen cambios en nuestra idiosincrasia significa pensar en:

\*La educación en la medida en que se adquiere se tendrá conciencia de la importancia que esta tiene dentro de los procesos de transformación en el desarrollo de nuestro país.

\*El trabajo, somos catalogados como flojos e ignorantes debemos pensar que el trabajo es el único medio en el cual podemos alcanzar nuestra integridad de seres humanos; y precisamente México cuenta con este abundante recurso que es la gente con capacidad para lograrlo, solo nos falta explotar este recurso.

\*Los valores, este factor es parte fundamental en el desarrollo de cualquier sociedad me refiero a la honradez, reconocer nuestras carencias con la verdad, aceptar la diversidad y la dignidad para no permitir abusos, atropellos e injusticias.

La realidad es que estamos expuestos a cambios continuos de competitividad global en las empresas Mexicanas, la mayoría de los fracasos en dichas empresas no obedece a las diferentes culturas entre México y otros países, sino a una mala planeación e introducción, me refiero a la falta de un diagnóstico y definición de la estructura empresarial.

La misma necesidad de nuestro sistema productivo nos obliga a dar un cambio de manera sistemática y nosotros no estamos educados en ese sentido de trabajar en equipo, pues trabajar en equipo no es buscar el involucramiento de todos y la formación de equipos, sino sistemas que administren los equipos que las personas desean formar de manera natural en las áreas de trabajo, es decir, que las personas embonen en la organización.

En este trabajo se proporciono al método de Deming, como una herramienta del todo lógica para mejorar nuestros procesos sistemáticamente y para ello se necesita ir pensando lógica y consistentemente sobre nuestros problemas para así lograr determinar las relaciones de "Causa-Efecto", entre sus acciones y sus resultados logrando con esto principios básicos para mejorar los procesos de las empresas y convertirlas en plantas competitivas.

Finalmente, quiero reiterar que el trabajo en equipo es una de las formas más eficientes y productivas que tiene la empresa para capacitar y educar a todo su personal, buscando ante todo su desarrollo. El trabajo en equipo no busca resultados sino, el desarrollo de los integrantes de una Empresa.

## **RECOMENDACIONES:**

Para obtener los mejores resultados al utilizar el método de Deming " PDCA", se sugieren las siguientes recomendaciones :

1. Participar para colaborar con el bien común y no para defender los intereses propios (individuales, de un área o un depto).
2. Comunicación, conversación y confianza entre los miembros del equipo de trabajo.
3. Conciencia de los mismos problemas.
4. Conciencia de equipo
5. Cada quién realiza su trabajo pero complementa el de los demás
6. No se juzgan ni se critican las ideas de los demás, se prueban primero.
7. Involucrar a las personas de los procesos similares desde el principio.
8. No buscar pretextos sino los medios y las soluciones.

Tomar en cuenta los puntos anteriores, nos serán de gran ayuda, pues la mayor aplicación de esta metodología, se logra cuando se tiene el involucramiento total de todas aquellas personas que participan directamente en cualquier actividad, que en ese momento se analice. Es decir, que al formar un grupo de trabajo que acumule las diferentes experiencias y habilidades, ayuda a encontrar el camino buscado y por lo tanto los objetivos planteados; llevándolo a cabo varias veces, llegamos al mejoramiento continuo y en consecuencia a la excelencia, situación a la que todos quisiéramos llegar.

# **BIBLIOGRAFIA**

## BIBLIOGRAFIA

- Howar, S. Gilflow, "Como Mejorar la Calidad y la Productividad con el Método Deming", Editorial Norma.
- Deming, W. Edwards, "Quality, Productivity and Competitive Position", 1991.
- "Calidad Permanente Usando el Método Deming" 1990.
- Gutiérrez, Mario, "Administrar para la Calidad", Editorial Noriega.
- Ishikawa, Kaoru, "¿Qué es el Control Total de la Calidad ?", Editorial Norma.
- Goldratt, Eliyau, M. "La Meta Un Proceso de Mejara Continua" Ediciones Castillo, 1996.
- Larrea, Pedro, "Calidad de Servicio del Marketing a la Estrategía", Editorial Diaz de Santos.
- Ozeki, Kazuo, "Manual de Herramientas de Calidad". Editorial Gráficas FERRO.
- Imai, Masaaki, "Kaizen" Editorial CECSA.
- "Control Continuo del Proceso", Ford Motor Company, 1996.
- Ishikawa, Kaoru, "Guide to Quality Control Asian Productivity Organization", Editorial UNIPUB, 1990.
- Giral José, "Cultura de Efectividad" Editoria IDEX.
- Crosby, Philip, "Calidad sin Lagrimas" Editorial CECSA, 1993.
- Crosby, Philip, "La Calidad no Cuesta" Editorial CECSA, 1991.
- Feigenbaum, Armand, V., "Control Total de la Calidad" Editorial CECSA, 1991.
- "Manual de Control de Operaciones" Nissan Mexicana, S.A. de S.V.
- Doyle, Lawrence, E. "Procesos y MATERIALES de Manufactura para Ingenieros" Editorial Prentice Hall, 1994.
- Revista "Maldeo y Fundición" Sociedad mexicana de Fundidores A.C. No. 101, Pags..26-27, Octubre de 1996.
- Revista "Maldeo y Fundición" Sociedad mexicana de Fundidares A.C. No. 105, Pags..8-14, 15. Junio de 1996.