

UNIVERSIDAD AUTONOMA  
DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



IMPLEMENTACION DE SISTEMA DE CALIDAD  
PARA MANUFACTURA

POR

ING. JAVIER MARTINEZ ROSAN

TESIS

EN OPCION AL TITULO DE MAESTRO EN  
CIENCIAS DE LA ADMINISTRACION CON  
ESPECIALIDAD EN PRODUCCION Y CALIDAD

MONTERREY, N. L. A 3 DE JUNIO DE 1996

TM

Z5853

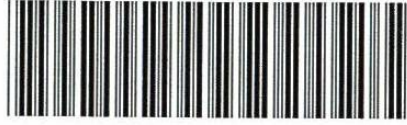
.M2

FIME

1996

M3766

IMPLEMENTACION DE SISTEMAS PARA MANUFACTURA

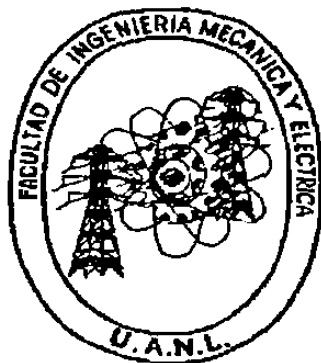


1020121331

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**IMPLEMENTACION DE SISTEMA DE CALIDAD PARA MANUFACTURA**

**POR**

**ING. JAVIER MARTINEZ ROSAN**

**TESIS**

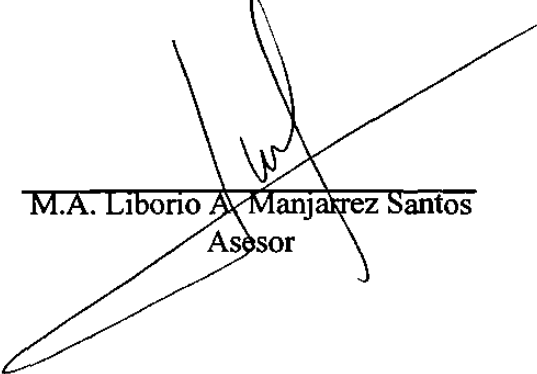
**EN OPCION AL TITULO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCION Y CALIDAD.**

**MONTERREY N.L. A 3 DE JUNIO DE 1996**

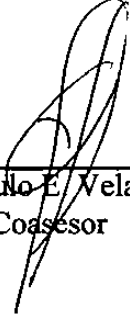
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis "Implementación de Sistema de Calidad para Manufactura" realizada por el Ing. Javier Martínez Rosan sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Administración con especialidad en Producción y Calidad.

El Comité de Tesis




M.A. Liborio A. Manjarez Santos  
Asesor



M.C. Cástulo E. Vela Villarreal  
Coasesor



M.C. Roberto Elizondo Villarreal  
Coasesor



Vo.Bo.  
M.C. Roberto Villarreal Garza  
División de Estudios de Postgrado

San Nicolás de los Garza, N.L. a 28 de Mayo de 1996



FONDO  
TESIS

*Junio de 1996*

## *Agradecimiento.*

*A Dios.*

*Por haberme dado salud y sabiduría en los momentos difíciles.*

*A mis Padres*

*Por haberme dado su soporte, apoyo y cariño durante todas las etapas de mi vida.*

*A mis hermanos*

*Por ser mis mejores amigos.*

*A mi Novia, Maru*

*Por su comprensión, respeto y amor.*

*A mis Asesores.*

*Por haberme ayudado con su experiencia y conocimientos.*

*A mis compañeros y amigos.*

*Por haber estado conmigo cuando los necesité. En especial a mis queridos amigos y colegas; Alejandro, Roberto y Ubaldo.*

*Gracias !*

*Javier*

*Junio de 1996*

*Dedicatoria.*

*A la memoria de mi padre, el Ing. Rogelio Martínez Salazar, quien es para mí el ejemplo a seguir como hombre, profesionalista, esposo, padre y amigo.*



# PROLOGO

El mundo actual se distingue por un alto índice de competitividad entre las compañías a todos los niveles. Cada día se requieren precios mas bajos y mejores tiempos de entrega y hemos llegado al punto en el que mejorar no es una opción sino una condición para mantenerse en el mercado actual.

Mejorar el costo y el tiempo de entrega de un producto puede llevarnos a un sinnúmero de variables a controlar, pero existe un elemento que afecta a ambas y que se ha convertido en una exigencia mas del mercado actual: La calidad del producto.

Está comprobado que al mejorar la calidad automáticamente se reduce el costo de manufactura del producto y el tiempo de ciclo del proceso de fabricación (el cual forma parte de el tiempo de entrega). Tanto el costo como el tiempo disminuyen debido a que la empresa no gasta dinero en reparar, analizar y reinspeccionar unidades defectuosas.

Dado lo anterior, presento esta tesis con el objetivo de dar una guía a aquellas empresas que busquen la excelencia y la mejora continua en la calidad de sus productos o servicios.

*Ing. Javier Martínez Rosan*

*Junio de 1996*

# ÍNDICE GENERAL

Capítulo	Página
<b>Síntesis</b> .....	<b>1</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>2</b>
<b>1. Definición del sistema de calidad</b>	
1.1 ¿Qué es un sistema de calidad? .....	3
1.2 Atributos de un sistema de calidad .....	4
1.3 Objetivos que busca un sistema de calidad .....	5
1.4 Meta del sistema de calidad .....	5
1.5 Conclusiones .....	6
<b>2. Elementos del sistema de calidad</b>	
2.1 Introducción .....	7
2.2 Tipos de variabilidad .....	8
2.3 Proceso de Fabricación .....	9
2.4 Calidad del material de entrada .....	9
2.5 Confiabilidad en las mediciones y evaluaciones al producto .....	10
2.6 Factor humano .....	11
2.7 Documentación del sistema .....	11
2.8 Conclusiones .....	12

<b>3. El proceso de fabricación</b>	
3.1 Introducción .....	13
3.2 Conceptos a manejar.....	14
<b>4. Evaluación del proceso</b>	
4.1 Introducción .....	29
4.2 Proceso .....	29
4.3 Conclusiones .....	34
<b>5. Mejora del proceso de fabricación</b>	
5.1 Introducción .....	35
5.2 Clasificación de la etapas .....	35
5.3 Análisis de las etapas .....	39
5.4 Conclusiones .....	40
<b>6. Calidad del material de entrada</b>	
6.1 Introducción .....	41
6.2 Impacto de una mala calidad en materiales .....	41
6.3 Técnicas a utilizar .....	42
6.3.1 Inspección de recibo .....	43
6.3.2 Certificación de partes .....	43
6.4 Conclusiones .....	21
<b>7. Confiabilidad en las evaluaciones y mediciones</b>	
7.1 Introducción .....	52

7.2 Tipos de evaluación .....	53
7.2.1 Evaluación por medio de aparatos .....	53
7.2.2 Evaluación por medio de personas .....	53
7.3 Evaluación de la capacidad de las mediciones .....	53
7.4 Conclusiones .....	54
<b>8. El factor humano</b>	
8.1 Introducción .....	56
8.2 Entrenamiento .....	56
8.3 Motivación .....	56
8.4 Ambiente de trabajo .....	57
8.5 Selección del personal .....	58
8.6 Conclusiones .....	58
<b>9. Documentación del sistema de calidad</b>	
9.1 Introducción .....	59
9.2 Norma ISO 9000 .....	60
9.3 Conclusiones .....	67
<b>10. Proceso de acciones correctivas y preventivas</b>	
10.1 Introducción .....	68
10.2 Proceso de acciones .....	69
10.3 Conclusiones .....	72
<b>11. Medidas del éxito del sistema de calidad</b>	
11.1 Introducción .....	73
11.2 Medidas para la comparación de resultados .....	74
11.2.1 Satisfacción de clientes .....	74
11.2.2 Reducción en los DPU totales del proceso .....	75

11.2.3 Reducción de los costos de calidad .....	76
11.2.4 Incremento en las utilidades .....	78
11.2.5 Incremento en la productividad .....	79
11.3 Conclusiones .....	80
12. Estrategias a utilizar para la implementación del sistema de calidad y la mejora continua	
12.1 Introducción .....	81
12.2 Implementación del sistema .....	82
12.3 La mejora continua del sistema .....	83
12.4 Conclusiones .....	84
Conclusiones .....	85
Bibliografía .....	86
Listado de Tablas y Figuras .....	88
Resumen Autobiográfico .....	89

# SÍNTESIS

La presente tesis es una metodología que tiene como primordial objetivo la reducción de la variabilidad dentro de cualquier proceso de producción de bienes o servicios para lograr una máxima satisfacción de los clientes, reducción de tiempos de producción, costos de calidad que se generan por tener desviaciones, incremento en la utilidades, satisfacción de accionistas y además de satisfacción de los empleados.

Dentro de esta metodología se utilizan conceptos básicos que servirán de manera significativa para mejorar los términos que fueron mencionados anteriormente.

Esta metodología esta basada en una filosofía es relativamente nueva , fue generada por la compañía Motorola a principios de la década de los 90 del presente siglo, esta compañía no solamente ha aplicado estos conceptos dentro de sus procesos, también a desarrollado escuelas e instituciones que se encargan de distribuir y expandir este concepto.

# INTRODUCCIÓN

Esta tesis tiene como objetivo dar una metodología a seguir para elaborar un sistema de calidad que asegure la calidad del producto fabricado y que la empresa que lo adopte mantenga una filosofía de mejora continua.

Este sistema de calidad será definido para un proceso de manufactura, y más específicamente, para un proceso de ensamble en el cual el producto debe pasar por varias etapas antes de quedar terminado.

El sistema de calidad se basa en el principio de reducción de defectos y variabilidad a lo largo del proceso; esto traerá como consecuencia un mejor producto terminado y, por lo tanto, la satisfacción del cliente final lo cual es el verdadero objetivo de este sistema.

Durante el desarrollo de esta tesis se darán ejemplos de el desarrollo de las medidas y forma de evaluar y mejorar el proceso, pero al momento de aplicarlas para una empresa específica, algunas de los aspectos aquí presentados podrían no aplicar; por lo que es necesario adaptar el sistema según el proceso a controlar. Esto es muy importante, ya que muchas compañías tratan de adoptar un sistema utilizado por alguna compañía exitosa y forzan su proceso para que se adapte a dicho sistema, causando solo una serie de complicaciones que los llevará a fracasar.

# CAPITULO 1

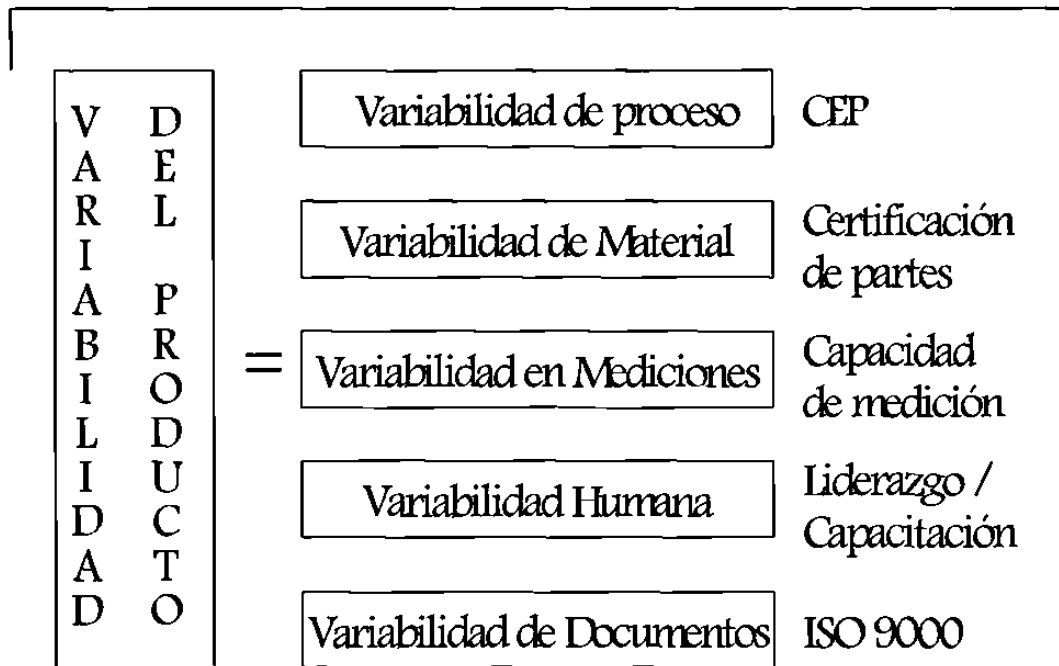
## DEFINICIÓN DE SISTEMA DE CALIDAD

### 1.1 ¿Qué es un sistema de calidad ?

Un sistema de calidad es un amplio programa de planes, actividades, recursos y eventos a todo lo ancho y largo de una compañía, el cual tiene como propósito el asegurar, a través de la reducción de la variabilidad, que los productos y servicios de la compañía cumplan con los requerimientos de calidad del cliente.

Un efectivo sistema de calidad es el elemento filosófico y práctico que une a todos los elementos de la compañía (empleados, planta, equipos, procedimientos, etc), con los proveedores en la puerta de entrada y los cliente en la puerta de salida. La Figura 1.1 nos muestra los elementos que forman parte de un sistema de calidad y nos ayudan a reducir la variabilidad de los diferentes procesos.





**Figura 1.1**

## **1.2 Atributos de un sistema de calidad**

Las compañías con un sistema de calidad dinámico y efectivo tienden a mostrar los siguientes atributos:

- Filosofía de prevención en lugar de detección.
- Revisión continua de los puntos críticos del proceso, de las acciones correctivas y de los productos y servicios.
- Comunicación consistente dentro del proceso, y entre plantas, proveedores y clientes.
- Completo mantenimiento de registros y un eficiente control de documentos críticos.
- Conciencia de calidad por parte de todo el personal.
- Alto nivel de confianza en la administración.

### 1.3 Objetivos que busca un sistema de calidad

Cada compañía fijará los objetivos que cubrirá su sistema de calidad. Algunos de los objetivos que un sistema de calidad puede alcanzar son:

- La satisfacción completa de todos los clientes mediante el entendimiento y superación de sus necesidades, en donde se requiere que :
- Los productos sean superiores, con diseños robustos, en donde se necesita que :
- Los procesos sean predicables, bien entendidos y que sean capaces de producir repetibilidad y altos índices de eficiencia, los que darán como resultado :
- Una mejora en los ingresos y mejora en el desarrollo organizacional mediante la reducción del tiempo de ciclo y la mejora en los costos de calidad.

### 1.4 Meta del sistema de calidad

Ya mencionamos que el objetivo de un sistema de calidad es el asegurar la calidad del producto a través de la reducción en la variabilidad de los procesos involucrados en su fabricación.

Pero, ¿para qué queremos asegurar la calidad del producto?. Pudiera sonar como una pregunta tonta, pero muchas empresas olvidan que la meta de cualquier sistema de calidad es **la satisfacción total del cliente**.

Esta debe ser la meta final de cualquier compañía ya que debemos recordar que es precisamente el cliente quien define la demanda y precio del producto, lo cual se transformará en la utilidades de la compañía.

## **1.5 Conclusiones**

El Sistema de Calidad es una serie de herramientas puestas en conjunto con el fin de evaluar, controlar y mejorar la calidad de un producto determinado. En ningún momento puede ser considerado como una "varita mágica" que resolverá todos los problemas con el simple hecho de definirlo. El éxito de un sistema de calidad está dado precisamente por el grado de compromiso que la empresa adquiera para con el sistema mismo teniendo siempre en mente que todos estos esfuerzos tienen como objetivo final el satisfacer al cliente.

# **CAPITULO 2**

## **ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CALIDAD**

### **2.1 Introducción**

Como lo mencionamos en el Capítulo 1, el sistema de calidad abarca prácticamente todas las funciones de la empresa, siendo su principal objetivo el de reducir cualquier variabilidad que pudiera afectar la calidad del producto. Desde el punto de vista de la variabilidad, existen 5 elementos a considerar en el sistema de calidad:

- a) El proceso de fabricación.
- b) La calidad del material de entrada.
- c) La confiabilidad en las mediciones y evaluaciones al producto.
- d) El factor humano.
- e) La documentación del sistema.

Posteriormente analizaremos cada uno de ellos y el efecto que tiene su variabilidad sobre la calidad del producto. Hablando de variabilidad, es momento de definir este concepto.

## **2.2 Tipos de variabilidad**

La variabilidad puede dividirse según el tipo de causa que la origina:

- 1) Variabilidad debida a causas comunes.
- 2) Variabilidad debida a causas especiales.

La variabilidad debida a causas comunes es, en pocas palabras, la variabilidad natural del proceso. Las causas comunes son numerosas, de importancia relativamente pequeña, no son fáciles de detectar o identificar y son predecibles, ya que siempre se encuentran en el proceso.

Por otra parte, la variabilidad debida a causas especiales es aquella que ocasiona una desviación en el comportamiento normal del proceso. Estas causas especiales no existen en gran cantidad y son fáciles de detectar e identificar, aunque no predecibles.

Hablando estadísticamente, cuando en un proceso solamente existe variabilidad debida a causas comunes, se dice que éste está en “estado de control estadístico”.

Lo anterior no significa que las causas no puedan ser reducidas o eliminadas, sino que para lograrlo se requiere de estudios más profundos (por ejemplo Diseño de experimentos) al proceso.

## 2.3 Proceso de Fabricación.

Antes de analizar este elemento, definamos el término proceso.

**Proceso:** Serie de actividades a seguir para lograr un resultado.

Dada esta definición, podemos concluir que en una compañía existen una gran cantidad de procesos diferentes: procesos administrativos, procesos de fabricación, procesos de contratación de personal, etc.

Es un hecho que el proceso mas importante en una compañía que manufacture algún producto es el proceso de fabricación en sí; el cual a su vez está formado por pequeños procesos. La variabilidad en este proceso es crítica, ya que en ella se verán reflejadas los demás tipos de variabilidad que afectan al producto, además de la variabilidad propia del proceso.

## 2.4 Calidad del material de entrada

Una frase muy usada, sobretodo en el ambiente de la informática, es la siguiente:

*“Si a un proceso se le alimenta basura, basura es lo que se obtendrá al final”*

Por lo tanto, debemos cuidar la calidad del material que introducimos a nuestro proceso ya que, aunque las demás variables estén controladas (procesos, entrenamiento, métodos, etc.), la entrada de material fuera de lo especificado causará graves problemas en la calidad del producto.

Existen varias técnicas para monitorear la calidad de los materiales que entran e un proceso, las mas comunes son:

- 1) Inspección de recibo
- 2) Certificación de partes

En capítulos posterior hablaremos acerca de estas dos técnicas y analizaremos sus pros y contras.

## **2.5 Confiabilidad en las mediciones y evaluaciones al producto.**

Muchas de las decisiones que se toman en cuanto a la calidad de un producto son derivadas de la medición o evaluación de algún parámetro del mismo (por ejemplo: largo, dureza, diámetro, peso, etc.). Por lo tanto, si existe variaciones en los procesos de medición, estas nos podrian llevar a tomar decisiones incorrectas.

Para evaluar la capacidad de las mediciones podemos utilizar algunas técnicas estadísticas tales como:

- 1) TCI (Índice de capacidad de medición)
- 2) Correlación
- 3) Pruebas R y R (Reproductividad y Repetibilidad)

## **2.6 Factor humano.**

Esta es una de las variabilidades mas importantes y dificiles de controlar debido a que es causada por el factor humano. A diferencia de las máquinas, que pueden ser ajustadas, reparadas y en un momento dado predecibles; los humanos variamos nuestro comportamiento y eficiencia en base a el estado de ánimo, conocimientos y salud.

Es por esto que en la mayoría de las empresas existen departamentos de Recursos Humanos, cuya función es la de atender todos los asuntos que tengan que ver con la selección, contratación y desarrollo del personal que labora en la compañía.

## **2.7 Documentación del sistema.**

Hoy mas que nunca la documentación es fundamental para cualquier compañía que pretenda tener un nivel competitivo mundial. El tesoro de cualquier empresa es la información que posee, por lo que un buen sistema de documentación le ayudará a recolectar y mantener al día los datos que necesita.

Precisamente por la importancia que tiene la documentación muchas empresas han adoptado alguno de las normas y estándares de calidad para asegurar que su sistema de calidad se encuentre eficazmente documentado. Normas como la ISO 9000 ayudan a empresas a definir su sistema de calidad y a la vez documentarlo para facilitar su ejecución.



## 2.8 Conclusiones

El objetivo del sistema de calidad es simple de enunciar: *Reducir la variabilidad en el producto*; pero llevarlo a cabo requiere el analizar un gran numero de elementos que intervienen en la manufactura de un producto y reducir la variabilidad en ellos.

En este capítulo hablamos brevemente de cinco diferentes elementos, dentro de los cuales se pueden considerar que abarcan el mayor porcentaje de la variabilidad que pueda tener un producto, por lo que en los siguientes capítulos hablaremos mas profundamente acerca de algunas de ellas, para no solo definir las, sino proponer cual es la mejor forma de reducirlas y con esto mejorar la calidad del producto final.

## **CAPITULO 3**

# **EL PROCESO DE FABRICACIÓN**

### **3.1 Introducción**

Es un hecho que el proceso de fabricación del producto es el elemento más importante de cualquier compañía. Este proceso a su vez se compone de otros procesos, los cuales serán los factores a controlar para poder asegurar la calidad del cliente.

### **3.2 Conceptos a manejar**

Al hablar de procesos de fabricación tendremos que hablar también de conceptos que hoy en día se utilizan para definir, evaluar y mejorar estos procesos. Por lo tanto, vale la pena en mencionar y definir estos conceptos antes de continuar analizando este elemento del sistema de calidad. Los conceptos a definir son los siguientes:

1. Calidad
2. Parámetros críticos

3. Variable
4. Atributo
5. Defecto
6. Unidad
7. Defecto por unidad
8. Eficiencia de primera vez
9. Distribución normal
10. Media
11. Desviación estándar
12. Límites de Especificación
13. Límites de proceso
14. Índices de capacidad del proceso
15. Variación natural de los procesos
16. Diagrama del proceso
17. Gráfica de control
18. Tiempo de ciclo
19. Costo de calidad
20. Benchmarking
21. Satisfacción del cliente

### **3.2.1 Calidad.**

Existen muchas definiciones de el concepto calidad y todas ellas son verdaderas ya que el término calidad es muy amplio y variado. Lo que un factor común en todas las definiciones es el hecho de que el cliente es el que a final de cuentas decidirá el nivel de calidad de el producto comprado.

Algunas de las definiciones de calidad son:

- Es dar al cliente lo que quiere, cuando lo quiere.
- Hacer las cosas bien a la primera vez y cada vez.
- Satisfacción Total del cliente.
- Adecuación al uso.

### **3.2.2 Parámetro crítico.**

Cada producto cuenta con ciertos parámetros considerados críticos para el cliente; es decir, ciertas características en las que el cliente podrá evaluar la calidad del producto.

Estos parámetros críticos generalmente son definidos durante la etapa de diseño del producto y abarcan características tanto de apariencia como de funcionamiento, las cuales a su vez pueden estar expresadas como variables o atributos.

### **3.2.3 Variable**

Una variable es una característica la cual es medible, es decir, para evaluarla se requiere de un tipo de medición la cual arrojará un valor; por ejemplo, el largo de una mesa es una variable, la cual puede ser medida con una cinta métrica y nos dará un valor expresado en cms o metros.

### **3.2.4 Atributo**

Un atributo es una característica la cual y no es cuantificable ni medible; solo podrá ser catalogada como cumple/no cumple, pasa/no pasa, etc'; por ejemplo, si una de las características de una mesa es ser de color café, al momento de evaluarla, solo se podrá decir si o no.

En algunas ocasiones, características que pudieran ser variables son medidas como atributos por cuestión de comodidad y rapidez; por ejemplo el diámetro interior de una tuerca puede ser medido y expresado en milímetros, pero si tengo una especificación de cual debe ser su valor mínimo, puedo medirlo por medio de un pin medidor del tamaño de este diámetro mínimo y solo verificar que la tuerca pase por este pin. De este modo, la evaluación sería un atributo de la forma pasa/no pasa.

### **3.2.5 Defecto.**

Es toda aquella variación de una característica requerida de un producto o sus partes, la cual se ha alejado de su valor deseado, evitando la completa satisfacción física y funcional de los requerimientos de los clientes .

### **3.2.6 Unidad**

Una unidad se define como cada uno de los productos que se procesan o manufacturan dentro de un sistema de producción. Es generalmente la medida de volumen de salida de un determinado proceso.

### **3.2.7 Defecto por Unidad**

Es la relación entre el número de defectos observados en una etapa del proceso determinada y el número de unidades que se procesaron en esta misma etapa.

$$\text{Defectos por unidad (DPU)} = \frac{\# \text{ defectos observados}}{\# \text{ de unidades procesadas}}$$

### 3.2.8 Eficiencia de Primera vez

Es el porcentaje de unidades que pasan por el proceso sin haberles sido detectado ningún defecto. Se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{EFP} = e^{(-\text{DPU})}$$

donde DPU = Defectos por unidad.

### 3.2.9 Distribución Normal.

Es la forma en la que se distribuyen generalmente los valores de una variable de un producto dentro de su proceso. Generalmente se le conoce como una distribución en forma de campana. Para tener una mejor idea de este termino vea la figura 3.1 que enseguida se presenta.

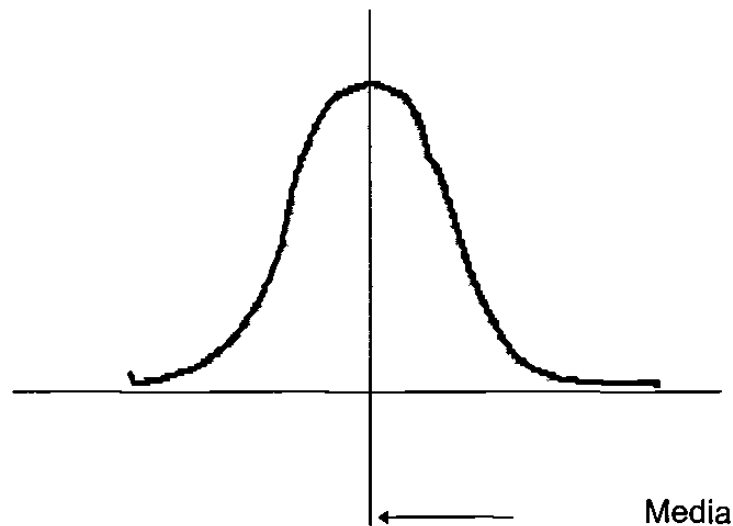


**Curva Característica de una Distribución Normal**

Figura 3.1

### 3.2.10 Media

La media de un proceso se refiere al valor promedio que se obtiene cuando se mide alguna característica de un producto que es dada por el proceso. Se le conoce también como el centro de gravedad de los valores que forman una distribución normal ( Ver figura # 3.2 ).

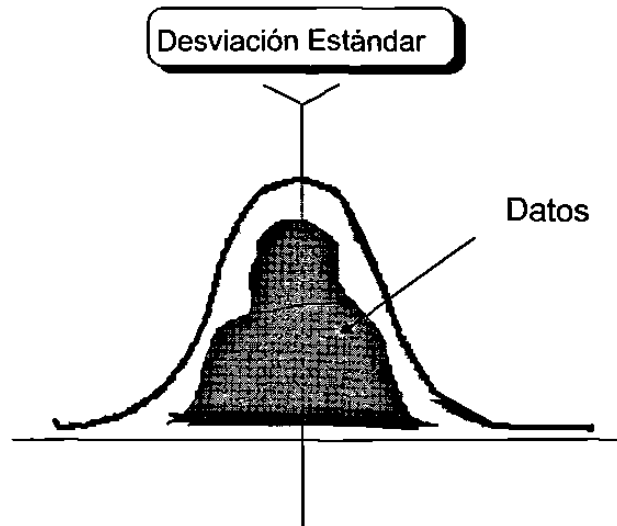


**Media en una distribución normal**

Figura 3.2

### 3.2.11 Desviación Estándar ( $\sigma$ )

La desviación estándar o sigma es el grado de dispersión que tienen los datos o variables de un proceso sobre la media, también se puede interpretar como la manera en que los datos o variables se separan de la media.( Ver figura 3.3)



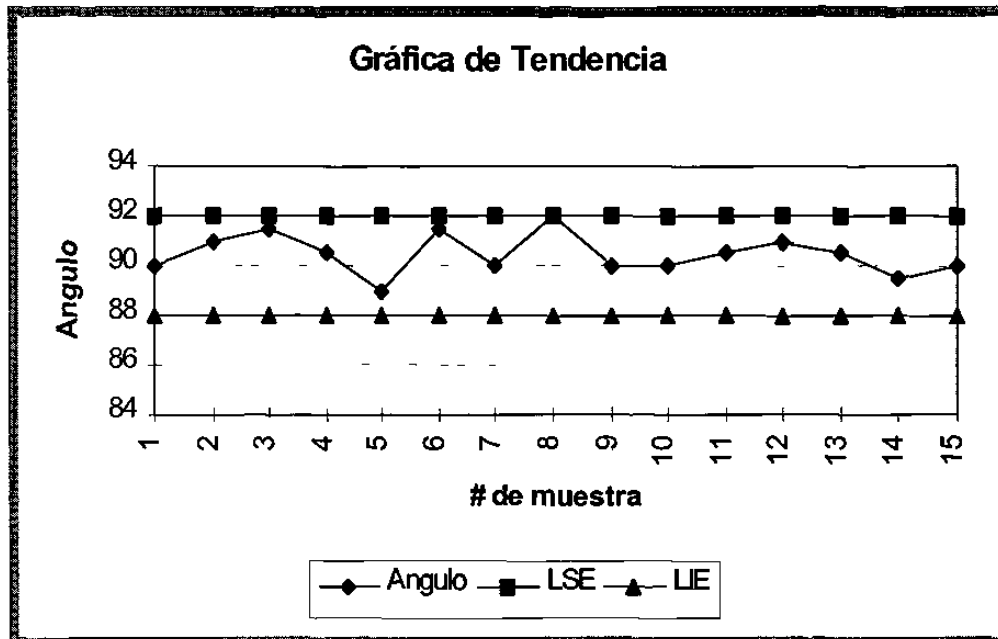
**Desviación estándar en una distribución normal.**

Figura 3.3

### **3.2.12 Límites de especificación.**

Los límites de especificación de un producto son dados de acuerdo a la función u objetivo que el producto tendrá. Los límites de especificación generalmente son desarrollados dentro de la etapa de diseño de el producto o proceso de fabricación.



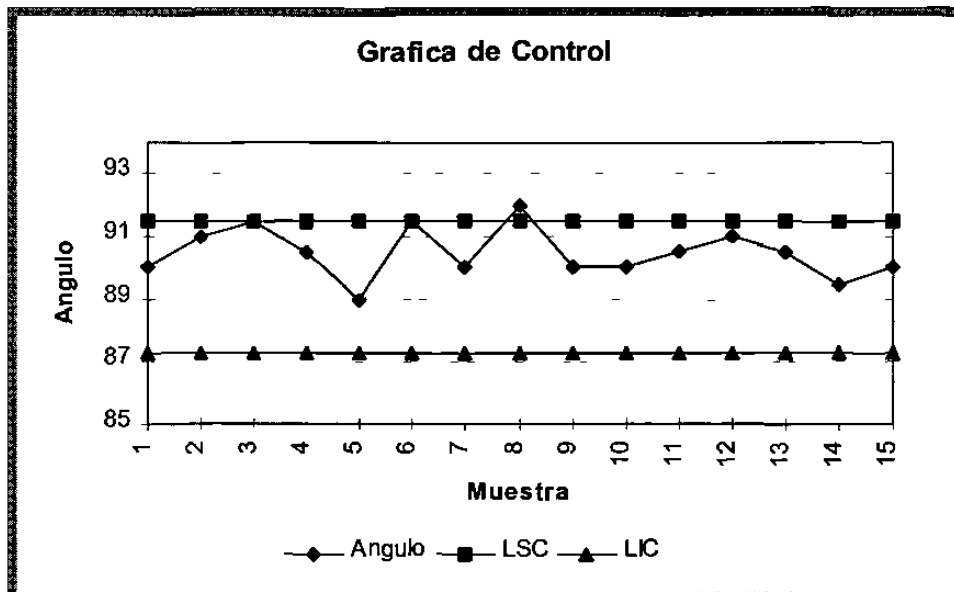


**Gráfica mostrando los límites de especificación superior (LSE) e inferior (LIE)**

Figura 3.4

### 3.2.12 Límites del proceso.

Los límites del proceso son aquellos que se establecen con el análisis del mismo; es decir, son determinados por el proceso en sí, tomando valores de la característica que será dada por el proceso, midiendo la desviación estándar que estos tienen y además observando el valor máximo y mínimo.



**Gráfica de control mostrando los límites de control superior (LSC) e inferior (LIC)**

Figura 3.5

### 3.2.14 Índices de capacidad de los procesos.

Los índices de capacidad de los procesos han sido diseñados para medir el grado en el que se están cumpliendo o no cumpliendo los requerimientos. Estos índices relacionan la distribución de el proceso con los límites de especificación. Los índices de capacidad de los procesos son cuatro: **Cp** , **Cpk**, **Cpu**, **Cpl**.

- **Cp**

Es el índice teórico de un proceso que esta dentro de 2 límites de especificación. entre más grande sea el valor de este índice menor será la

probabilidad de crear un defecto de alguna característica de un producto o sistema de componentes. Es la relación que existe entre la tolerancia o especificación total del proceso y la variabilidad normal del proceso representada por 6 veces la Desviación Estándar del mismo. Para mejor representación de este concepto vea la fórmula que enseguida se presenta :

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma}$$

En donde :

**Cp.**- Índice de capacidad del proceso.

**LSE** .- Límite superior de especificación.

**LIE.**- Límite inferior de especificación.

$\sigma$ .- Desviación Estándar del proceso.

- **Cpu**

Es el índice de capacidad que analiza el proceso con respecto al límite superior de especificación. Su fórmula es la siguiente :

$$C_{pu} = \frac{LSE - Media}{3\sigma}$$

En donde :

**LSE** .- Límite superior de especificación.

**Media** .- Es la media actual del proceso .

$\sigma$ .- Desviación Estándar del proceso.

El factor de 3 es debido a que se considera solo un lado de la distribución que tiene variación natural del proceso de seis veces la Desviación Standard.

- **Cpl**

Es el índice de capacidad del proceso en donde se analiza el proceso con respecto al límite Inferior de especificación. Su formula es la siguiente :

$$\text{Cpu} = \frac{\text{Media} - \text{LIE}}{3\sigma}$$

En donde :

**LIE** .- Limite inferior de especificación.

**Media** .- Es la media actual del proceso

$\sigma$ .- Desviación Estándar

El factor de 3 es debido a que se considera solo un lado de la distribución que tiene variación natural del proceso de seis veces la Desviación Standard.

- **Cpk**

Este índice de capacidad es el que indica la capacidad real del proceso con respecto a la media o valor promedio de una característica. En otras palabras, es el desfazamiento de la distribución con respecto a la media en la que se debe de estar. La forma de calcular este índice es:

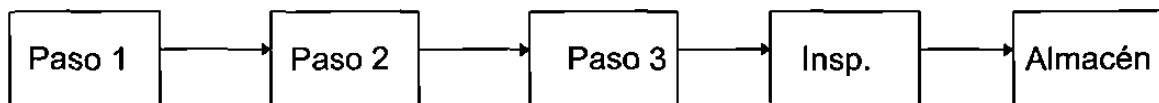
$$\text{Cpk} = \text{MIN} (\text{Cpu} , \text{Cpl})$$

### 3.2.15 Variación Natural de los procesos.

Todos los procesos tienen cierta variación la cual se considera natural. Esta variación natural es definida por el rango de  $\pm 3\sigma$  con respecto a la media. Cualquier variación dentro de este rango se dice que es debida a causas comunes y para reducirla será necesario hacer cambios radicales al proceso en sí.

### 3.2.16 Diagramas de Procesos.

Durante el proceso de desarrollo de algún producto es muy importante la construcción de un mapa que represente todas las etapas del proceso. Estos diagramas sirven para determinar la secuencia y la relación que existe entre ellas, para poder determinar el grado en que contribuyen con la calidad de un producto.

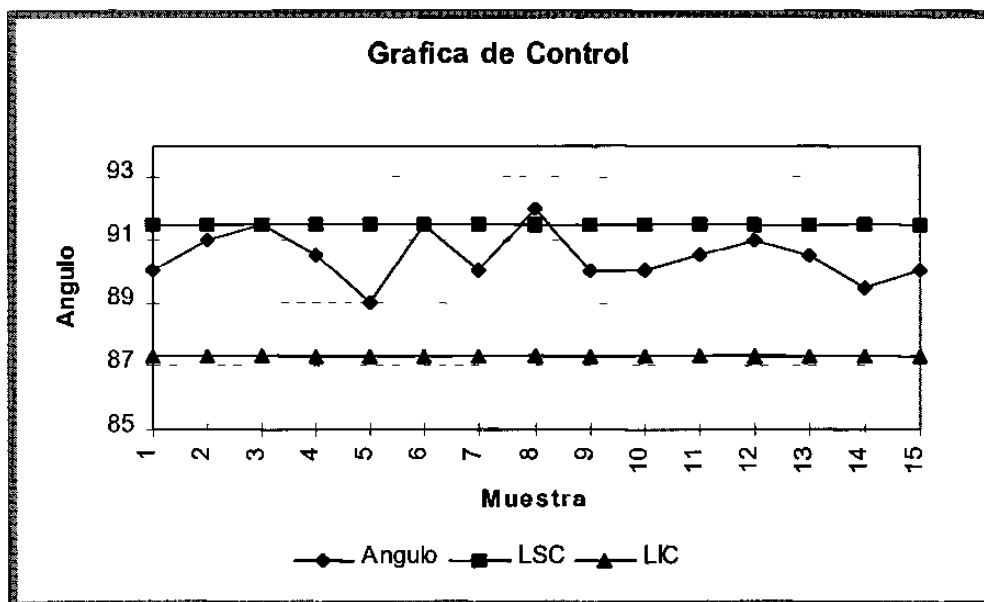


**Ejemplo de un Diagrama de proceso de un producto**

Figura 3.6

### 3.2.17 Gráficas de Control.

Las gráficas de control son una herramienta estadística en donde se grafican los datos obtenidos de alguna característica dada. Estas gráficas sirven para determinar y poder ver objetivamente cual es el comportamiento que esta teniendo el proceso. Ver figura 3.7 como referencia.



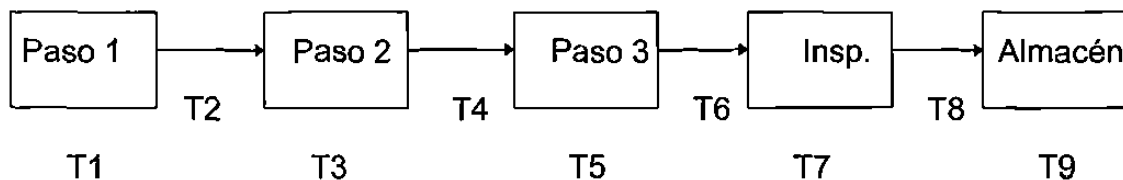
**Gráfica de control para variables**

Figura 3.7

Los límites de control del proceso se calculan de los datos obtenidos de las muestras aleatorias tomadas a través del tiempo y que representan el comportamiento de el proceso en estudio.

### 3.2.18 Tiempo de Ciclo.

El tiempo de ciclo se define como el tiempo en que se toma una unidad en completar todas sus fases o etapas sin tomar en cuenta el tiempo que se toma en reparaciones, retrabajos u otros tipos de actividades causados por mala calidad. La figura 3.9 muestra una representación de Tiempo de Ciclo.



$$\text{Tiempo de Ciclo} = T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + T6 + T7 + T8 + T9$$

Figura 3.9

### 3.2.19 Costo de Calidad.

El costo de calidad se define como todo aquel costo en el que se incurre por mantener una alta calidad, estos costos pueden dividirse en cuatro tipos:

a ) Costos de Prevención :

- Planeación de la calidad
- Revisión de los nuevos productos
- Capacitación
- Planeación del proceso
- Datos de Calidad
- Proyectos de mejoramiento

b ) Costos de Evaluación :

- Inspección de materiales de entrada
- Inspección del proceso
- Inspección del producto final
- Laboratorios de calidad

c ) Costos por fallas internas :

- Desperdicios
- Reprocesamiento
- Degradación
- Revisión
- Tiempo Muerto
- Retrabajos

d ) Costos por fallas externas :

- Garantía
- Mercancías devueltas
- Demandas
- Descuentos
- Costo no satisfacción del cliente

### **3.2.20 Benchmarking.**

Este es un concepto nuevo que se a creado en la última década y tiene como objetivo realizar una comparación entre compañías similares para poder determinar en que nivel se encuentran y como poder mejorar todas sus actividades. Es un proceso continuo para :

a) Determinar cuales son los factores que son críticos para el éxito futuro de la



organización.

- b) Comparar los resultados de los factores críticos de la organización con los de las demás compañías con procesos similares.
- c) Usar la información que ahí se recolecta para desarrollar estrategias y funciones estándares.
- d) Exceder a la competencia en los factores críticos

### **3.2.21 Satisfacción del cliente.**

Todos los productos o unidades que se diseñen y manufacturen deben de tener un objetivo común y es el de la completa satisfacción de las necesidades del cliente. Se debe de cuidar que los productos que se desarrollen sean del completo agrado de los clientes, ya que de otra manera no importaría con que calidad se fabricara el producto.

## **3.3 Conclusiones**

En este capítulo nos concentramos en familiarizarnos con los conceptos básicos que se manejan en el proceso de fabricación. Algunos de estos conceptos serán utilizados en capítulos posteriores, por lo cual, las definiciones nos serán de gran ayuda.

## **CAPITULO 4**

# **EVALUACIÓN DEL PROCESO**

### **4.1 Introducción**

Cualquier compañía que quiera competir en el mercado actual debe tomar una actitud de mejora continua. El primer paso para mejorar es evaluar la situación actual, y en este capítulo describiremos la forma de realizar esta evaluación para el proceso de fabricación.

### **4.2 Proceso.**

El diagnóstico del funcionamiento del proceso estará dado mediante una tabla que contará con la información necesaria para poder determinar cual es la calidad total del proceso y además identificará las etapas con mayor contribución. Todos estos datos serán recolectados mediante sistema de recolección de defectos o estudios de capacidad para poder determinar los DPU que se están obteniendo según sea el caso. La figura 4.1 muestra un ejemplo práctico de como llenar la información.

<b>Etapa</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
<b>Defectos</b>	5	7	8	3	1	2
<b>Unidades</b>	100	100	100	100	100	100
<b>DPU</b>	0.050	0.070	0.080	0.030	0.010	0.020
<b>DPU acum</b>	0.050	0.120	0.200	0.230	0.240	0.260
<b>EPV</b>	0.951	0.932	0.923	0.970	0.990	0.980
<b>EPV rol</b>	0.951	0.887	0.819	0.795	0.787	0.771

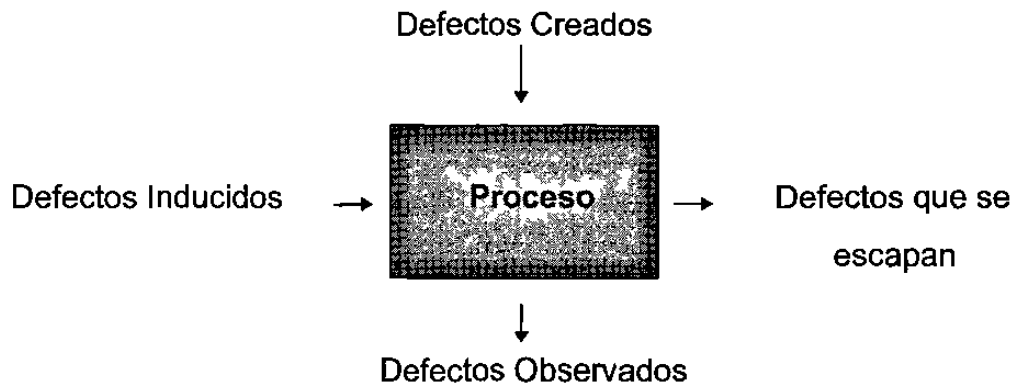
Tabla de Diagnóstico del Proceso

**Figura 4.1**

Para llenar esta tabla se requieren los siguientes datos para cada etapa del proceso:

**a ) Defecto :**

En cada etapa del proceso se le darán características al producto que se desarrolla; defecto se le denominará a toda característica que no cumpla con las especificaciones establecidas y que resulten una insatisfacción del cliente. Cada etapa del proceso estará influida por diferentes tipos de defectos, en una forma analítica se pueden observar de la siguiente manera :



Expresados en una forma matemática se pueden expresar de la siguiente manera :

$$DE = ( DC + DI ) - DO$$

en donde,

**DE** = Defectos Escapados.

**DC** = Defectos Creados.

**DI** = Defectos Inducidos.

**DO** = Defecto Observados.

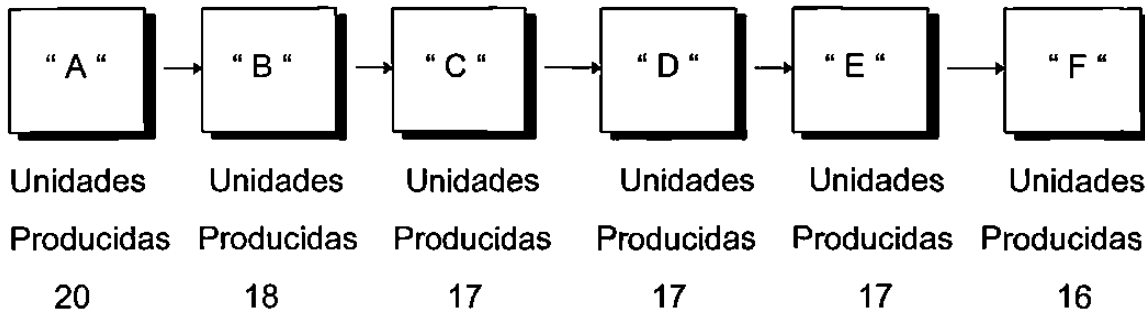
En etapas del proceso en donde se usen métodos de recolección de defectos se utilizarán sólo los defectos observados, dado a la facilidad de ser recolectados y calculados.

#### **b ) Unidad:**

En un sistema de producción se denominará como unidad a todo aquel producto que reciba las características necesarias para realizar la función a la que fue diseñado.

La mayoría de los procesos contienen diferentes etapas, en donde en cada una de ellas se le dan diferentes características. Para este sistema se considerará cada etapa como si fuera un sistema de producción y se tomará como unidad al producto manufacturado en dicha etapa.

Ejemplo: Diferentes etapas de un proceso.



### c ) Defecto por Unidad :

Los defectos por unidad serán calculados para cada una de las etapas del proceso de la siguiente manera :

$$\text{DPU} = \text{DO} / \# \text{ unidades procesadas por etapa}$$

en donde,

**DPU** = Defecto por Unidad.

**DO** = Defectos Observados en cada etapa del proceso.

#### d) DPU Acumulados :

Son los DPU acumulados hasta una determinada etapa del proceso y se encuentran sumando los DPU desde el inicio del proceso hasta la etapa a analizar. Ejem:

$$\text{DPU Acum (E)} = \text{DPU (A)} + \text{DPU (B)} + \text{DPU (C)} + \text{DPU (D)} + \text{DPU (E)}$$

#### e ) Eficiencia de Primera Vez

La eficiencia de primera vez para una etapa determinada es la medida del porcentaje de unidades que no han experimentado ningún defecto observado en dicha etapa. Esta eficiencia será calculado mediante una fórmula derivada de la distribución de Poisson, en donde esta distribución indica la probabilidad de ocurrencia de un evento con respecto al tiempo y al espacio.

En manufactura un evento será definido como la creación de un defecto y la fórmula para determinar la eficiencia será:

$$\text{EPV} = e^{-\text{DPU}}$$

en donde,

**EPC** = Eficiencia de Primera Vez

**e** = Exponencial.

**DPU** = Defecto por Unidad.

De esta forma, si  $\text{DPU}=0$  la  $\text{EPV} = 1$ , lo cual nos indica que en ninguna de las unidades que se fabricaron se observó algún defecto. De manera que DPU va aumentando, EPV disminuye lo que nos indica un mayor porcentaje de unidades con defectos.

**f) Eficiencia 1a vez rolada:**

Es la Eficiencia de primera vez acumulada hasta una determinada etapa y se calcula de la siguiente manera:

$$EPV = e^{(-dpu \text{ acum})}$$

**4.3 Conclusiones**

La evaluación del proceso es la etapa más importante, ya que el resto del proceso de mejora dependerá de la información recabada en esta etapa. Es por esto que se requiere que la información sea confiable y el personal involucrado en esta evaluación esté entrenado correctamente.

# **CAPITULO 5**

## **MEJORA DEL PROCESO DE FABRICACIÓN.**

### **5.1 Introducción**

Una vez que el proceso ha sido evaluado, procederemos a analizarlo para remover los defectos que son observados y con esto lograr una mejora en la calidad del producto final.

Es importante recordar que las mejoras de calidad solo se logran paso a paso y proyecto a proyecto; por lo tanto cualquier compañía que espere resultados rápidos podría caer en la desesperación y abandonar el sistema de calidad.

### **5.2 Clasificación de las etapas**

En esta etapa se clasificarán las etapas del proceso que contribuyen con la mayor parte en la mala calidad del proceso, siguiendo con la regla del 80 - 20 de Pareto.



Teniendo los datos completos de la tabla de evaluación del proceso descrita en el Capítulo 4, se procederá a ordenar las etapas del proceso de mayor a menor tomando en cuenta la columna de DPU, ejemplo :

<b><i>Etapas del Proceso</i></b>	<b><i>Contribución de DPU X Etapas del Proceso</i></b>
<b>C</b>	0.100
<b>A</b>	0.080
<b>B</b>	0.070
<b>D</b>	0.050
<b>F</b>	0.040
<b>E</b>	0.005
<b>I</b>	0.002
<b>G</b>	0.001
<b>H</b>	0.0005
<b>Totales</b>	0.3485

Figura # 5.1

Seguido de esto se deberá de identificar cuales son las etapas que contribuyen con el 80 % del total de los DPU acumulados entre todo el proceso, esto será obtenido de la siguiente manera :

1.- Para cada etapa se calculará el porcentaje de contribución con respecto a los DPU totales del proceso, ejemplo :

<b><i>Etapa del Proceso</i></b>	<b><i>Contribución de DPU X Etapa del Proceso</i></b>	<b><i>% De Contribución X Etapa de los DPU</i></b>
<b>C</b>	0.100	28.7 %
<b>A</b>	0.080	22.9 %
<b>B</b>	0.070	20.1 %
<b>D</b>	0.050	14.3 %
<b>F</b>	0.040	11.5 %
<b>E</b>	0.005	1.4%
<b>I</b>	0.002	0.6%
<b>G</b>	0.001	0.3 %
<b>H</b>	0.0005	0.1 %
<b>Totales</b>	0.3485	100 %

Figura # 5.2

2.- Tomando como base la columna de porcentaje por etapa, se anexará la columna de porcentaje acumulado que será la suma algebraica de los porcentajes individuales por etapa, ejemplo :

<b><i>Etapa del Proceso</i></b>	<b><i>Contribución de DPU X Etapa del Proceso</i></b>	<b><i>% De Contribución X Etapa de los DPU</i></b>	<b><i>% de los DPU Acumulados</i></b>
<b>C</b>	0.100	28.7 %	28.7 %
<b>A</b>	0.080	22.9 %	51.6 %
<b>B</b>	0.070	20.1 %	71.7 %
<b>D</b>	0.050	14.3 %	86.0 %
<b>F</b>	0.040	11.5 %	97.5 %
<b>E</b>	0.005	1.4%	98.9 %
<b>I</b>	0.002	0.6%	99.5 %
<b>G</b>	0.001	0.3 %	99.8 %
<b>H</b>	0.0005	0.1 %	100 %
<b>Totales</b>	0.3485	100 %	

Figura # 5.3

3.- Ya teniendo el porcentaje acumulado se deberá de identificar hasta que etapa del proceso se alcanza el 80 % en el porcentaje acumulado. Ver línea horizontal . ←

<b><i>Etapa del Proceso</i></b>	<b><i>Contribución de DPU X Etapa del Proceso</i></b>	<b><i>% De Contribución X Etapa de los DPU</i></b>	<b><i>% de los DPU Acumulados</i></b>
<b>C</b>	0.100	28.7 %	28.7 %
<b>A</b>	0.080	22.9 %	51.6 %
<b>B</b>	0.070	20.1 %	71.7 %
<b>D</b>	0.050	14.3 %	86.0 %
<b>F</b>	0.040	11.5 %	97.5 %
<b>E</b>	0.005	1.4%	98.9 %
<b>I</b>	0.002	0.6%	99.5 %
<b>G</b>	0.001	0.3 %	99.8 %
<b>H</b>	0.0005	0.1 %	100 %
<b>Totales</b>	0.3485		

Figura # 5.4

### 5.3 Análisis de las etapas

Ya identificadas las etapas con la mayor contribución se deberán de analizar cada una de ellas para poder determinar cuales son los defectos y las causas raíces que las ocasionan.

Una vez identificadas las causas por etapa se procede con la elaboración de un plan de acciones cronológicas para la reducción de dichas causas. Para

este paso, es recomendable el designar a una persona o equipo de personas para proponer y monitorear las acciones propuestas.

Este plan deberá de mostrar un pronóstico realista de las diferentes acciones a tomar junto con las diferentes fechas en las que deberán ser llevadas a cabo.

Para la investigación de causas raíces de las diferentes etapas se pueden utilizar las diferentes herramientas básicas de calidad, que son :

- Diagrama de Proceso.
- Gráfica de Control.
- Diagrama de Causa - Efecto.
- Diseño de Experimentos.
- Histograma.
- Pareto.
- Gráfica de dispersión.

Una vez que se verifica que la acción o acciones tomadas fueron efectivas para reducir los defectos atacados, es de suma importancia el estandarizar dicha acción, es decir, que forme parte del proceso para evitar que en el futuro vuelva a ocurrir.

## **5.4 Conclusiones**

Durante esta fase, es indispensable el llevar a cabo un proceso analítico y basado en datos. Análisis mal realizados nos llevarán a tomar decisiones equivocadas y a perder tiempo y recursos, factores que siempre serán importantes para cualquier empresa.

# **CAPITULO 6**

## **CALIDAD DEL MATERIAL DE ENTRADA**

### **6.1 Introducción.**

No importa que tan controlado tenga una compañía su proceso de fabricación, si recibe una mala calidad de parte de sus proveedores, su calidad del producto no va a mejorar; y si lo hace, será a un costo muy alto ya que tendrá que estar inspeccionando constantemente estos materiales para evitar que entren a su proceso.

En la actualidad existen diferentes tendencias en lo que a inventarios y tiempos de entrega se refiere, como por ejemplo en JIT (Justo a tiempo) y el MRP II (Planeación de recursos de manufactura), pero ninguno de estos será totalmente efectivo si la calidad de las partes o materiales es mala.

### **6.2 Impacto de una mala calidad en materiales**

Pensemos por un momento en una compañía que se dedica a ensamblar automáticamente un producto, por lo que la línea es alimentada con las partes

que requiere en los diferentes pasos del ensamble. Ahora bien, ¿qué pasaría si descubrieran que una de estas partes tiene un problema de calidad? El impacto de una parte mala ocasionaría una serie de problemas y alteraciones al proceso, por ejemplo:

- Detener la línea.
- Identificar las unidades, construidas y en proceso, que contengan este problema de parte.
- Segregar estas unidades y ver la forma en la que podrían ser reparadas.
- Verificar si cuentan con inventario de estas partes y en que condición de calidad se encuentran.
- Alimentar una vez mas la línea con partes de buena calidad

En general, todo lo mencionado anteriormente ocasiona un costo para la empresa y en ese momento surge la pregunta si el proveedor debería de pagar por todos los gastos incurridos debido a su mala calidad.

Es por esto que es importante el controlar de alguna forma la calidad de las partes que entran a el proceso de fabricación y la mejor forma es involucrando directamente al proveedor con contratos bien definidos en los que a calidad se refiere.

### **6.3 Técnicas a utilizar**

Existen dos técnicas que ayudarán a controlar la calidad de entrada de las partes que se utilizan en el proceso de fabricación:

- Inspección de recibo
- Certificación de partes

### 6.3.1 Inspección de recibo

Esta técnica es muy común y consiste en que el cliente realiza una inspección a cada lote de partes recibidas. Esta inspección se hace en base a un plan de calidad o especificaciones que existe para cada una de las partes. Generalmente se realiza en base a algún método de muestreo ya establecido, como las tablas Military Standard, y en base a los resultados de la inspección se aprueba o rechaza el lote. El proveedor es informado de las anomalías encontradas y se le pide un plan de acciones para corregir los problemas.

En esta técnica podemos identificar las siguientes desventajas:

- La inspección a cada lote requiere de personal dedicado 100% del tiempo a hacer este trabajo, lo cual significa un costo para la compañía.
- El material no puede entrar directamente a el proceso, ya que debe ser inspeccionado primero.
- El proveedor es informado de sus fallas demasiado tarde, ya que probablemente ya tenga una cantidad considerable de partes con las mismas fallas y tal vez ya hayan embarcado mas.

### 6.3.2 Certificación de Partes

La certificación de partes define las necesidades del cliente así como las expectativas que se esperan del proveedor y su capacidad para poder satisfacer dicha necesidad.

La certificación de partes es una forma de llevar una directa relación entre **cliente - proveedor**, para así disminuir la variabilidad que se pueda encontrar en la materia prima utilizada en el proceso.



Así es como entraría en la ayuda del sistema de calidad al tener la capacidad de desechar la posibilidad de error en las partes y así como la reducción del costo al no hacer inspección de recibo a dichas piezas.

Existen diferentes expectativas que se esperan en una relación cliente - proveedor , éstas se citarán a continuación :

**a ) Expectativas esperadas del proveedor :**

- Ser responsable en el entendimiento, aceptación y conformidad con los requerimientos del cliente.
- Tener un programa de calidad total documentado y en practica para enfatizar la prevención del defecto en vez de la detección del defecto.
- Demostrar una mejora continua.
- Proveer alta calidad en los requerimientos del cliente para que este no tenga la necesidad de una inspección al producto antes de la entrada al proceso y así lograr una disminución en costo.
- Proveer una pronta respuesta en llamados del cliente.
- Compartir mutuamente los beneficios como resultados a las mejoras en la relación cliente - proveedor.

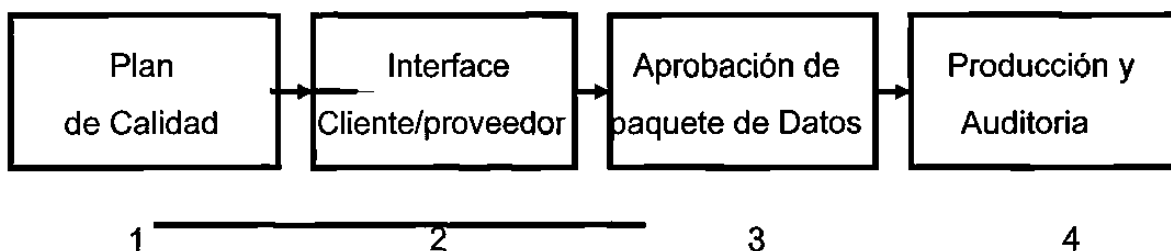
**b ) Expectativas esperadas del Cliente :**

- Promover al proveedor en un involucramiento temprano en el diseño y establecimiento de los requerimiento de las partes.
- Tener especificaciones reales y entendibles.
- Compartir información sobre la aplicación de la parte en el proceso.
- Compartir información sobre los requerimientos técnicos de las piezas.
- Identificar puntos Críticos en la Función ( CTF ) , Crítico en Apariencia ( CA ) y Características No-Críticas.
- Establecer niveles de Calidad bajo normas de calidad existentes.

- Proveer una pronta respuesta a las llamadas del proveedor.

Existen dos formas o clases para la certificación de partes : a) clase “ A “ y b) clase “ B “, la diferencia entre estas dos clases es la de que clase “ A “ se debe de trabajar en conjunto con el proveedor acerca de todos los requerimientos, especificaciones, procesos y técnicas necesarias para la certificación de la parte y la clase “ B ” se basa en los requerimientos de revisiones históricas que se tengan con dicho proveedor.

A continuación se mostrarán las diferentes fases que forman la certificación de partes en la Clase “ A “ :



### 1) Plan de Calidad

- Descripción:

⇒ El proveedor y el cliente acuerdan en las expectativas de calidad de una partes para así establecer una base para tomar decisiones.

- Actividades:

⇒ Revisar las características importantes a la funcionalidad entre cliente y proveedor.

- ⇒ Discutir y acordar cuál será la clasificación de datos, los métodos de inspección y los niveles de calidad requeridos.
- ⇒ Elaborar el Plan de Calidad con los datos acordados.

- Resultados:

- ⇒ Firmar el plan de Calidad.
- ⇒ Diagrama de flujo del proceso preliminar.
- ⇒ Matriz de paquete de datos a entregar.

## **2) Interface Cliente/Proveedor**

- Descripción:

- ⇒ El cliente y el proveedor interactúan para lograr un proceso controlado de manufactura que sea capaz de alcanzar las expectativas de calidad previamente definidas.

- Actividades:

- ⇒ Se establece y documenta qué paquete de datos y otra información será requerida entre cliente/proveedor.
- ⇒ El proveedor establece y demuestra un proceso de manufactura controlado.
  
- ⇒ Se finaliza el plan de control de Manufactura (Diagrama de flujo del proceso).
- ⇒ Si se requiere, se renegocia el Plan de Calidad.

- Resultados:

- ⇒ Un proceso de manufactura controlado y capaz.
- ⇒ Requerimientos de paquete de datos, ejem: Plan de calidad firmado, diagrama de flujo del proceso, verificación de especificaciones y hoja con sumario de datos.

### 3) Aprobación del paquete de datos.

- Descripción:

⇒ El proveedor entrega un paquete de información basada en los requerimientos del cliente.

- Actividades:

⇒ Revisión del paquete de datos por el proveedor.

⇒ Notificar a el proveedor de los resultados. De no ser aprobado, se repite el paso de Inteface Cliente/Proveedor.

- Resultados:

⇒ Parte con certificación clase "A".

⇒ Lista de partes con estatus de certificación para el proveedor.

⇒ Eliminación de inspección de rutina por parte del proveedor.

### 4) Producción y Auditoría.

- Descripción:

⇒ El proveedor y el cliente interactúan para mantener un proceso de manufactura controlado y capaz y mejorarlo continuamente.

- Actividades:

⇒ El cliente determina cuándo y qué parte querrá auditar.

⇒ Si se requieren auditorías regularmente, el cliente y el proveedor acordarán la frecuencia y tipo de información que se requerirá.

⇒ Auditorías a las partes se harán de acuerdo a el Plan de Calidad.

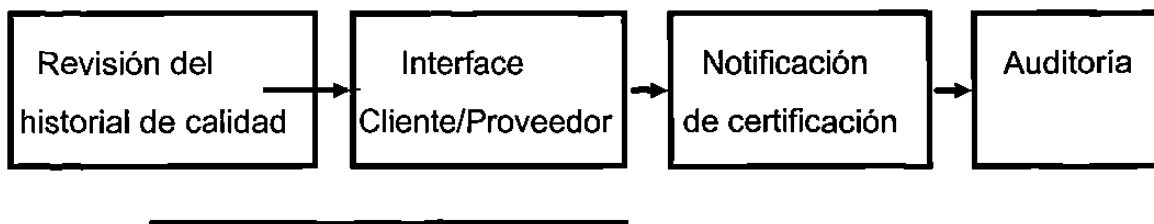
- Resultados:

⇒ Expectativas y planes de auditorías.

⇒ Mejora continua.

⇒ Partes que cumplen con los requerimientos.

En cuanto a el proceso de certificación Clase B, se siguen pasos muy parecidos a los de la Clase "A", solo que todo se basa en datos históricos. El proceso es el siguiente:



El formato del Plan de Calidad deberá contener todos los datos de calidad que sean críticos para el cliente, incluyendo dimensiones requeridas, niveles de calidad, métodos de inspección, etc. En la figura siguiente se presenta un ejemplo de un formato para Plan de Calidad.

### PLAN DE CALIDAD PARA PARTES

MODELO: DESARMADOR TX  
 NUMERO DE PARTE: 259345  
 NIVEL DE REV.: D  
 NOMBRE DE PART: Eng. de Transmisi3n  
 ECO#: 3027-005  
 NOMBRE DEL PROV.: Dept. 185  
 FECHA DE PREPARACI: 06/Ene./95

APPROVALS

PROVEEDOR QA REP. <u>Joe Pflueger</u>	FECHA _____
CONTACTO CON PROVEEDOR <u>Carol Newman</u>	FECHA _____
REP. DE INGENIERIA. <u>Roberto Gloria</u>	FECHA _____
QA REPRESENTANTE <u>Ubaldo Garza</u>	FECHA _____
COMPRADOR <u>Juany Cavazos</u>	FECHA _____

ELEGIR UNO :

- PROVEER MEDICIONES CON EMBARQUE.
- NO MANDAR MEDICIONES CON EMBARQUE HASTA QUE SE REQUIERA.

NO.	DIMENSION	LOC. EN DIBUJ	ESPECIFICACION	PRUEBA/METODO DE MEDICION	TIPO VAR./ATR.	NIVEL DE ACEPTACION (PPM)	
1	Diámetro	C-5	3.55 +/- .03	Pin Medidor	Atributo	50 pzs.	0-2
2	Espesor	B-5	2.80 +/- .08	Vernier	Variable	2700	
CRITERIO DE ACEPTACION (PPM)						2700 PPM	

NOTAS / COMENTARIOS :

No disparos cortos, mal moldeado, basura entre dientes, dientes dañados.

---



---



---



---



---

Figura # 6.1

En la figura 6.1 se muestra un ejemplo del formato de Certificación de partes o también llamado Plan de Calidad.

Como lo describe el formato, se deberán de llenar los datos importantes de la pieza a certificar, como : número de parte, nombre, revisión de diseño, proveedor, modelo en que se usa la pieza y fecha de preparación.

También se llenará la parte de los encargados de aprobar dicha parte: encargado de calidad, encargado de ingeniería, calidad de proveedor, persona contacto con proveedor y comprador de la parte.

En el cuerpo del plan, se pondrán las diferentes características que el encargado de ingeniería y calidad nombraron como críticas en el funcionamiento de la parte en el producto y las cuales afecten en cualquier momento la calidad de la parte. Así mismo, se deberán de poner las diferentes herramientas para poder localizar, medir y aceptar dicha parte.

Por último tenemos los comentarios que se pueden poner de acuerdo a la parte física en general, su estado cosmético, empaque, etc.

En cuanto a la forma de mantener la certificación, esta será definida por ambas partes ( cliente - proveedor ). Usualmente esto será en forma de un plan de auditorías. Sin embargo, las siguientes son situaciones que podrían requerir una re-certificación:

- Cambios mayores en el proceso de manufactura.
- Cambio de localización de el proceso de manufactura.
- Problemas de calidad encontrados por el cliente.
- Cambios de ingeniería.
- Fallas en auditorías.
- Períodos de tiempo muy extensos entre corridas de producción.

## 6.4 Conclusiones

Definitivamente debemos controlar de alguna forma la calidad de las partes que entran al proceso de fabricación. En este capítulo se mencionan dos técnicas como opción a controlar este elemento. De estas técnicas, el autor prefiere la Certificación de partes, ya que está enfocada en la prevención de problemas por medio del involucramiento directo del proveedor.



# **CAPITULO 7**

## **CONFIABILIDAD EN LAS EVALUACIONES Y MEDICIONES**

### **7.1 Introducción.**

Durante la fabricación de un producto existen ciertas etapas que tienen la finalidad de evaluar la calidad del producto, ya sea de alguna variable o atributo. Es por esto que la confiabilidad de estas evaluaciones forma parte de el sistema de calidad, ya que la información recabada de estos puntos de inspección es usada para evaluar la calidad total del producto, identificar áreas de oportunidad y establecer proyectos de mejora.

En este capítulo hablaremos de cómo verificar que los procesos de medición y evaluación estén controlados y cumplan con la exactitud que requiere la característica a ser inspeccionada.

## **7.2 Tipos de evaluación**

Desde el punto de vista de la forma de evaluar las características, estas pueden ser de dos tipos:

- Evaluados por medio de aparatos
- Evaluados por medio de personas

### **7.2.1 Evaluación por medio de aparatos**

Este tipo de evaluación es la que es realizada por medio de algún aparato, máquina o dispositivo. La intervención del factor humano es variable en este tipo de evaluación, ya que pueden ser herramientas tan comunes como el micrómetro en el cual la persona hará la medición y leerá la lectura o pueden ser aparatos tan complicados en los que la persona solo la colocará en algún tipo de nido y la máquina realizará la medición. El tipo de característica medir podrá ser variable o atributo.

### **7.2.2 Evaluación por medio de personas**

En este tipo de evaluación, es la persona utilizando solo sus sentidos la que decidirá el resultado; es decir, utilizará su vista, tacto, oído, gusto y/o olfato para evaluar el producto. Esta evaluación se realiza para atributos únicamente.

## **7.3 Evaluación de la capacidad de las mediciones**

Es importante el reducir cualquier variabilidad excesiva en los procesos de medición o evaluación ya que de estos depende el tomar decisiones acerca del producto.

Para el caso de las evaluaciones por medio de personal se sugiere lo siguiente:

- Un entrenamiento claro y específico al personal a evaluar la característica.
- La creación de muestras o patrones maestros que los ayuden a realizar la evaluación.
- Un plan de muestreo que considere el cansancio físico de la persona al evaluar un cierto número de unidades.

En el caso de evaluación por medio de aparatos, las técnicas a utilizar son más complicadas e igualmente importantes:

- Evaluación de la variabilidad de los equipos de prueba por medio de Pruebas R y R (Repetibilidad y Reproductividad).
- Mantenimiento apropiado.
- Creación de unidades patrón las cuales puedan ser utilizadas para verificar el correcto funcionamiento del aparato.
- Calibración adecuada.
- Entrenamiento al personal a utilizar el equipo.
- Correlación entre equipos que realicen la misma función.

La frecuencia de estas acciones irá en función de qué tan crítico es el producto y qué tan seguido se utiliza.

## **7.4 Conclusiones.**

La importancia de este factor en los procesos de manufactura es inmenso, pero a la vez frecuentemente olvidado. Un mal proceso de medición nos llevará a caer errores tales como:

- Rechazar producto que es aceptable (Error tipo alfa).
- Aceptar producto que está defectuoso (Error tipo beta).

Ambos errores son perjudiciales para cualquier empresa, ya que el primero ocasiona una elevación en los costos del producto, mientras que el segundo nos provocará la insatisfacción de nuestros clientes.

# CAPITULO 8

## EL FACTOR HUMANO

### 8.1 Introducción.

El factor humano es un elemento clave para el sistema de calidad, no solo por lo difícil que resulta el controlarlo sino por la importancia que tiene en cualquier actividad que tenga que ver con mejorar y asegurar la calidad del producto y lograr la satisfacción del cliente.

En este capítulo hablaremos sobre los elementos a considerar para controlar la variabilidad que existe en este factor y convertirlo en una fuente poderosa de mejora de la calidad.

### 8.2 Entrenamiento

La clave para controlar el factor humano, desde el punto de vista del proceso de fabricación, es el entrenamiento adecuado en las actividades realizadas por cada individuo que participa directa o indirectamente en éste proceso.

Es conveniente desarrollar una matriz de entrenamiento por puesto que cubra las necesidades técnicas y administrativas para desempeñar adecuadamente dicha tarea.

En el caso de personal operario, el desarrollar diferentes niveles de conocimiento en el producto ayudará a dar la oportunidad a las personas que tengan el interés y las facultades de ir ascendiendo en la empresa y buscar mejores oportunidades dentro de la misma.

### **8.3 Motivación**

El otro aspecto que juega un papel importante en lo que al factor humano se refiere es la motivación del personal a todos los niveles. Es un hecho que a todos nos agrada que nos reconozcan un trabajo bien hecho; lo que también es cierto es que no a todos nos gusta la misma forma de reconocimiento.

Existen reconocimientos materiales y simbólicos; siendo los primeros los que tienen que ver con algún reconocimiento monetario o regalo y los segundos los que tienen que ver con algo menos tangible pero sentimentalmente valioso.

La mejor forma de saber que tipo de reconocimientos le agrada a cada persona es preguntando. Suena a broma, pero si de alguna forma cada supervisor mantuviera una lista de diferentes reconocimientos que a sus subordinados les agradan, podría motivarlos de manera variada sin caer en la monotonía.

Igualmente importante es el reconocer los logros de los equipos de trabajo en el momento en que alcancen una meta o mejora considerable.

## **8.4 Ambiente de trabajo**

El ambiente en el cual se labora es de suma importancia para que los empleados realicen su trabajo eficientemente. Factores como: limpieza, iluminación y temperatura juegan un papel vital al analizar el desempeño del factor humano.

## **8.5 Selección de personal**

Aunque lo mencionamos al último, este elemento es realmente con el cual inicia el control sobre el factor humano.

El contar con un proceso de selección de personal claramente definido ayudará a la empresa a contratar personal con las características requeridas para los diferentes puestos de la compañía.

## **8.6 Conclusiones.**

El personal que labora en una empresa es sin duda alguna el elemento mas valioso con el que cuenta. Es por esto que los puntos mencionados en este capítulo no deben ser tomados a la ligera, ya que el impacto de los mismos es enorme.

# **CAPITULO 9**

## **DOCUMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD**

### **9.1 Introducción**

Como lo mencionamos en capítulos anteriores, la documentación del Sistema es de suma importancia, ya que esto dará claridad y evitará confusiones, además de ayudar a difundirlo a través de toda la compañía.

Esta documentación tendrá como objeto el estandarizar todas las actividades que se realizan y deberá ser mantenido frecuentemente para incluir cambios o mejoras que se hayan logrado.

En la actualidad existen normas mundiales que tienen el objeto de estandarizar la documentación que debe contener un sistema de calidad. Esta norma es la ISO 9000 y en lo que resta del capítulo hablaremos acerca de ella y de los beneficios que traerá a el Sistema de Calidad.



## 9.2 Norma ISO - 9000

Antes de describir las normas **ISO - 9000**, daremos algunas definiciones importantes que nos servirán como base para el entendimiento de este capítulo.

Recordaremos que la definición de **calidad** en su significado histórico es el de aptitud o adecuación al uso.

Diremos que un producto o servicio es de **calidad** cuando satisface las necesidades y expectativas del **cliente o usuario**, en función de **parámetros** como :

- Seguridad que el producto o servicio confieren al cliente.
- Capacidad que tiene el producto o servicio para cumplir las funciones específicas, sin fallo y por un período determinado de tiempo.
- Servicio o medida en que el fabricante y distribuidor respondan en caso de fallo del producto o servicio.

La Sociedad Americana para el Control de la Calidad (ASQC) define la calidad como el “conjunto de características de un producto, proceso o servicio que le confieren su aptitud para satisfacer las necesidades del usuario o cliente”.

A partir del momento en que se hace necesario el uso de especificaciones, el concepto de calidad genera otra serie de definiciones, entre las que citaremos :

1. ) Característica de calidad o propiedad de un producto o servicio que contribuye a su adecuación al uso, como por ejemplo : rendimiento, saber, fiabilidad, apariencia, etc.
2. ) Calidad de diseño o adecuación de las características de calidad diseñados para la generalidad de usuarios.
3. ) Calidad de conformidad de fabricación que indica la fidelidad o capacidad con que un producto se ajuste a lo establecido en su proyecto.

Solo obtendremos productos o servicios de calidad cuando se cumplan totalmente los tres apartados anteriores.

La interdependencia de estos tres apartados viene recogida en el círculo de calidad: La calidad de un producto o servicio esta influenciada por las diferentes fases de definición, diseño y desarrollo, producción, post-venta y mantenimiento.

Para la norma ISO - 9000 se manejará frecuentemente la palabra Procedimiento, el cual es un documento que describe con detalle un trabajo, actividad u operación particular y que debe explicar cómo van a realizarse las mismas, por quién, dónde y en qué condiciones.

Existen diferentes puntos dentro de la norma ISO 9000 que se aplicarán y ayudarán directamente al sistema de calidad; por lo que a continuación explicaremos sus aspectos mas relevantes:

1 ) **Responsabilidad de la Administración.**- La administración tiene la responsabilidad de :

- Definir los objetivos de calidad,
- Establecer la política de calidad
- Asegurar que tanto los objetivos como la política de calidad sean entendidos y cumplidos en todos los niveles.

La administración es también responsable del sistema de calidad de la compañía. Esto es una red de personas con deberes que afectan directamente la calidad y un conjunto de prácticas diseñadas para maximizar la calidad de los productos y servicios.

La administración debe verificar periódicamente los procesos de diseño, producción, instalación y servicio. Las actividades de verificación deben ser llevadas a cabo por personal que no tenga la responsabilidad directa de la actividad verificada.

2 ) **Sistema de Calidad** .- Esta sección exige a la compañía preparar e implementar efectivamente procedimientos e instrucciones de trabajo para cumplir con los requerimientos de la norma. Esta es una forma indirecta de exigir a la compañía que opere con un sistema de calidad documentado que esté de acuerdo con todas la otras secciones de la norma ISO 9000.

En esta sección la norma recomienda que la compañía considere las siguientes actividades en su sistema de calidad :

- Preparación de planes de calidad y de un manual de calidad.
- Identificación y adquisición de recursos necesarios para alcanzar los niveles de calidad requeridos. Esto puede incluir : equipo, materiales, método y dispositivo de medición y pruebas y de recurso humano calificado.

- Actividades de monitoreo y ajuste para asegurar la compatibilidad del diseño, proceso, inspección y la documentación asociada.
- Identificación de los criterios de aceptación de todos los rasgos y requerimientos.
- Revisión anticipada de la capacidad de la compañía para cumplir con los requerimientos.
- Identificación y preparación de los registros de calidad.

3 ) **Control de Diseño** .- La función de diseño/desarrollo de productos debe traducir los requerimientos del cliente, en especificaciones técnicas. Los datos de diseño pueden ser también tomados como parte del requerimiento contractual del cliente. Este diseño debe dar como resultado un producto o servicio que: a ) satisfaga las necesidades del cliente, y b ) provea una aceptable utilidad a la compañía.

4 ) **Control de Documentos** .- La compañía debe contar con un sistema que controle la creación, impresión, distribución, retiro y disposición final de todos los documentos relativos a la calidad. El sistema debe asegurar que las personas con responsabilidades en calidad tengan acceso a los documentos actualizados que necesitan llevar a cabo sus deberes.

5 ) **Materiales Suministrados por Clientes** .- Algunas compañías reciben productos de manos de sus clientes para que sean incorporados en sus procesos y finalmente retornarlos transformados a sus clientes.

Tales compañías deben controlar y asegurar estos insumos a todo lo largo de sus procesos. El sistema debe incluir lo siguiente :

- Procedimientos de control y registros relativos a la verificación y conservación de los productos suministrados por los clientes.

- Procedimiento para reportar al cliente de cualquier daño, deterioro o extravío de sus productos.

5 ) **Identificación y Rastreabilidad del Producto.** - Identificación y rastreabilidad se refiere a los sistemas de marcaje/etiquetado y conservación de registros que permiten determinar el origen y/o destino de la materia prima, partes, componentes o producto terminado.

6 ) **Control del Proceso** . - Cada elemento del proceso de producción que impacta a la calidad debe ser planeado y administrado de manera controlada. Estos elementos, dependiendo del proceso en cuestión, pueden incluir materiales, equipos, métodos, personal, proveedores, instalación y situaciones ambientales. En otras palabras estandarizar el proceso.

Muchos sistemas de calidad cumplen con los requerimientos de la norma incorporando lo siguiente :

- Un plan de calidad documentado que cubra cada etapa del proceso, el cual incluye, de una manera clara y precisa , los criterios de calidad y manufactura.
- Instrucciones de trabajo documentadas y actualizadas para todas aquellas etapas del proceso que impacten en la calidad.
- Equipos, naves y proveedores adecuados.
- Revisión periódica de los métodos de calidad, procesos, sistemas y equipos.
- Cumplimiento de las normas publicadas, leyes y regulaciones.
- Verificación de las características críticas del producto en los puntos adecuados del proceso, incluyendo una clara identificación del estatus de verificación, donde sea adecuado.
- Mucha atención y control de los procesos especiales, en los que las características del producto pueden ser verificadas por subsecuente

inspección y prueba, y donde deficiencias del proceso pueden aparecer sólo después de que el producto esté en uso.

7 ) **Inspección y Pruebas** .- La norma requiere que se cumplan ciertas cosas con respecto a la calidad de los insumos y productos en cada etapa el proceso. Estos requerimientos son :

- Los insumos o materia prima deben ser verificados para determinar su conformidad con respecto a los requerimientos especificados.
- Los insumos exentos de tal verificación deben ser identificados para hacer posible su rastreabilidad en caso de necesidades subsecuentes.
- Los productos deben ser verificados durante y al final de las etapas de producción para determinar su conformidad con respecto a los requerimientos especificados.
- Los productos exentos de tal verificación deben ser identificados para hacer posible su rastreabilidad en caso de necesidades subsecuentes.

8 ) **Equipos de Inspección, Medición y Prueba** . - La norma no exige el uso de equipo de inspección, medición y prueba. Sin embargo, la norma anticipa a que tal equipo puede ser usado para determinar el grado de conformidad con los requerimientos. Cualquiera de los equipos esta sujeto a requerimientos, como :

- Los equipos deben ser los apropiados para los requerimientos especificados, capaces de dar la precisión y exactitud requerida en el ambiente en que serán usados, y operados en forma tal que mantengan su integridad funcional. Debe ser identificado el error instrumental máximo permitido.
- Los equipos y lugares asociados con las operaciones de inspección y prueba deben ser protegidos de ajustes que alteren la calibración.

- Los equipos deben calibrarse a intervalos programados, o antes de su uso, de acuerdo con procedimientos documentados. La calibración debe realizarse de acuerdo con normas reconocidas nacionalmente o, en su ausencia, con procedimientos documentados que sirvan como base. La condición de la calibración debe identificarse por medio de un indicador y registrarse.
- Cuando un equipo se detecte descalibrado, las inspecciones y pruebas previamente realizadas con ese equipo deben ser hechas nuevamente y evaluadas.

9 ) **Manejo, Almacenaje, Empacado y Entrega** . - Medidas de calidad deben ser suficientemente extensivas para asegurar la integridad de la calidad de los productos hasta el final del proceso :

- El diseño del proceso debe tomar en cuenta la post-producción. Este diseño implica la suficiente robustez del empaçado, almacenaje, envío, etc.
- Los procedimientos de empaçado, manejo, almacenaje y envío deben tomar en cuenta características del producto como fragilidad, costo de reparación o reemplazo, caducidad, etc.
- Debe tenerse cuidado de que los productos estén claramente identificados a lo largo del proceso, especialmente una vez empaçados.

10 ) **Capacitación** . - La norma no es en sí misma específica en el tipo de capacitación. Se requiere que la compañía tenga procedimientos para :

- Identificar las necesidades de capacitación y entrenamiento del personal cuyo trabajo impacta en la calidad.
- Dar la capacitación y entrenamiento necesarios.

- Conservar los registros de capacitación y entrenamiento.

Así que, mientras que en teoría la norma no requiere capacitación, la realidad bajo el ISO - 9000 puede ser muy diferente. A menos que la compañía pueda demostrar que el trabajo de su personal no afecte a la calidad o que su personal cuenta con probadas habilidades, la norma requerirá casi con certeza de una fuerte capacitación del personal.

### **9.3 Conclusiones**

La documentación del Sistema de Calidad es de vital importancia para el éxito del mismo. La documentación nos ayudará a evitar confusiones, definir procesos, implementar mejoras y guardar los registros adecuados.

La norma ISO 9000 no es la única forma de documentar el Sistema; pero tiene la ventaja de ser reconocida a nivel mundial y la respalda un gran número de empresas líderes, las cuales cuentan con esta certificación.



# **CAPITULO 10**

## **PROCESO DE ACCIONES CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS**

### **10.1 Introducción**

Es sumamente importante que en cualquier sistema de calidad exista un proceso que se encargue de identificar áreas de oportunidad, analizarlas y corregirlas dándole el seguimiento necesario hasta que se logre el resultado deseado. Este proceso se denomina Proceso de Acciones correctivas y preventivas. De hecho, la norma ISO 9000 (ver Cap. 9) exige que este proceso exista en cualquier organización que aspire a ser certificada.

Este proceso incluirá problemas o mejoras a realizar en todas las áreas de la compañía que pudieran afectar a el Sistema de Calidad, es decir, se tratarán problemas que pongan en peligro el asegurar la calidad del producto a través de sus elementos ya definidos:

- Proceso de fabricación
- Calidad de material
- Confiabilidad en mediciones y evaluaciones

- Factor humano
- Documentación del sistema

## 10.2 Proceso de acciones correctivas y preventivas

El objetivo principal de este proceso es el de identificar y resolver cualquier variación que afecte a la calidad, costo y cumplimiento de entrega del producto en un proceso o que sea factor de riesgo futuro (acción preventiva) documentando todo lo relacionado al mismo.

Siempre se deberá de asignar un responsable para resolver un problema, posteriormente el mismo coordinará las actividades necesarias hasta llegar a la raíz del problema y obtener una solución que evite que ese mismo problema se presente en el futuro.

Desde un principio se deberá establecer el tamaño o impacto del problema :

- ¿Qué porcentajes de falla o defecto existen ?
- ¿En qué fase del proceso se encuentra el problema ?
- ¿Se ha presentado con anterioridad dicho defecto ? ¿cuándo ? y ¿por qué ?

Este tipo de preguntas nos ayudarán a establecer un comienzo en la solución del problema.

Se recomienda el crear un lista que sea coordinada por una persona la cual estará encargada de añadir problemas y las diferentes acciones correctivas a la lista dando a éstas un responsable, así como la fecha de revisión como la fecha esperada de terminación y entrega de la información recaudada durante la solución del problema. Dicha persona llamara a junta teniendo como invitados a los responsables que se encuentren anotados como responsables de

problemas en la lista y cuando menos a una persona de cada área o departamento en la empresa.

A continuación se presenta un ejemplo de como se elabora una lista de acciones correctivas en una planta local .

REPORTE DE ACCIONES CORRECTIVAS Y/O PREVENTIVAS					PROGRAMA DE ENSAMBLE				
NO DE CONTROL	ACI AP	NO. DE PARTE O CLAVE	ACCION A TOMAR	RESP.	PROBLEMA DADO DE ALTA EN SEM.	ACCION DADA DE ALTA EN SEM.	FECHA DE REVISION	FECHA ESPERADA DE TERMINACION	ACCION DADA DE BAJA SEM.
			AREA DE CAPACITACION						
			AREA DE INGENIERIA INDUSTRIAL						
			AREA DE PLANEACION						
			AREA ELECTRICA						
			DEFECTOS DE SISTEMA						
			AREA DE PRODUCCION						
			DESPERDICIO AREA ELECTRICA						
			DESPERDICIO AREA MECANICA						
			DESPERDICIO AREA PRODUCCION						
			AREA DE MANTENIMIENTO						
			AREA DE SISTEMAS						
PROXIMA JUNTA MARTES 21 DE MARZO EN SALA DE JUNTAS DE K-3, ELABORADO POR ROBERTO GLORIA									

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Figura # 10.1

Explicación breve del formato de la lista por columnas :

- 1 .- En esta columna se pondrá el Número de Control de dicha acción enlistada éste será cronológico sin importar el área en que se coloque.

- 2 .- Colocar AC en caso de ser acción correctiva y AP en caso de ser acción preventiva.
- 3 .- Escribir en breve problema a resolver.
- 4 .- Escribir acción correctiva a tomar. No importa la cantidad.
- 5 .- Escribir el nombre del responsable de coordinar el problema y los diferentes responsables de llevar a cabo las diferentes acciones correctivas.
- 6 .- Colocar número de semana cuando dicho problema se dio de alta en lista.
- 7 .- Colocar número de semana cuando las acciones se dieron de alta en la lista.
- 8 .- Fecha de revisión de dichas acciones.
- 9 .- Fecha esperada de terminación de dicha acción correctiva.
- 10 .- Escribir la fecha en la que la acción fue dada de baja.

Las acciones correctivas se monitorean según el tiempo que permanezcan en la lista y la cantidad de acciones que haya existentes. Una forma de graficar el status de solución de problemas mediante acciones correctivas, es graficando los meses del año contra las acciones existentes por dichos meses.

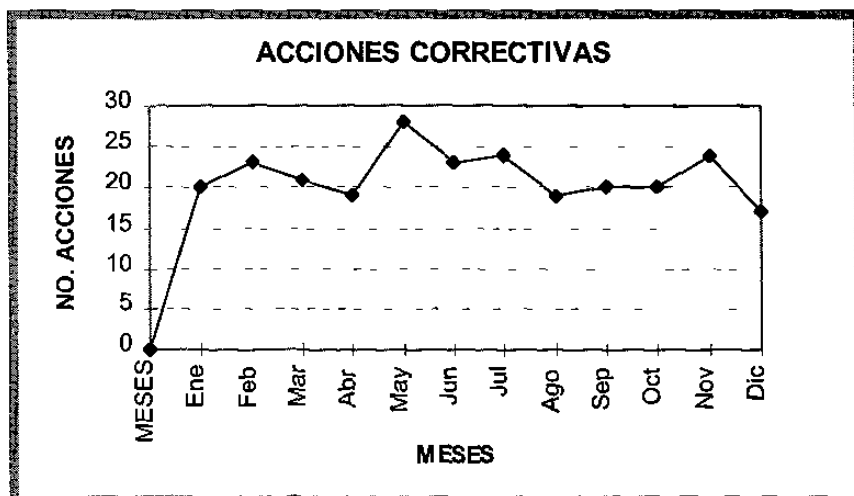


Figura # 10.2

### **10.3 Conclusiones**

El aspecto fundamental de el Sistema de calidad es el de detectar desviaciones y corregirlas de tal manera que no vuelva a aparecer en nuestros procesos.

Dado lo anterior, el proceso de Acciones Correctivas y Preventivas es una pieza fundamental de nuestro Sistema, ya que provee I documentación y estructura necesaria para identificar, analizar, eliminar y prevenir cualquier obstáculo que nos impida alcanzar los objetivos del Sistema de Calidad.

# CAPITULO 11

## MEDIDAS DEL ÉXITO DEL SISTEMA DE CALIDAD

### 11.1 Introducción.

Hay una frase que dice “Lo que se mide, se lleva a cabo”, la cual significa que si queremos que algo mejore, debemos desarrollar algún tipo de indicador que nos diga si vamos o no en la dirección correcta en lo que respecta a el sistema de calidad.

Las medidas y objetivos para las mismas son las siguientes:

- ◆ Satisfacción Total de los Clientes.
- ◆ Reducción en los DPU totales del proceso.
- ◆ Reducción en los Costos de Calidad.

- ◆ Incremento en las Utilidades.
- ◆ Incremento en el Índice de Productividad.

Los puntos anteriores deberán de tener una medida clara y objetiva , esto es con el fin de realizar una comparación y medir el impacto de la reducción en la variabilidad de una manera simple.

## 11.2 Medidas para comparación de resultados

### 11.2.1 Satisfacción de Clientes.

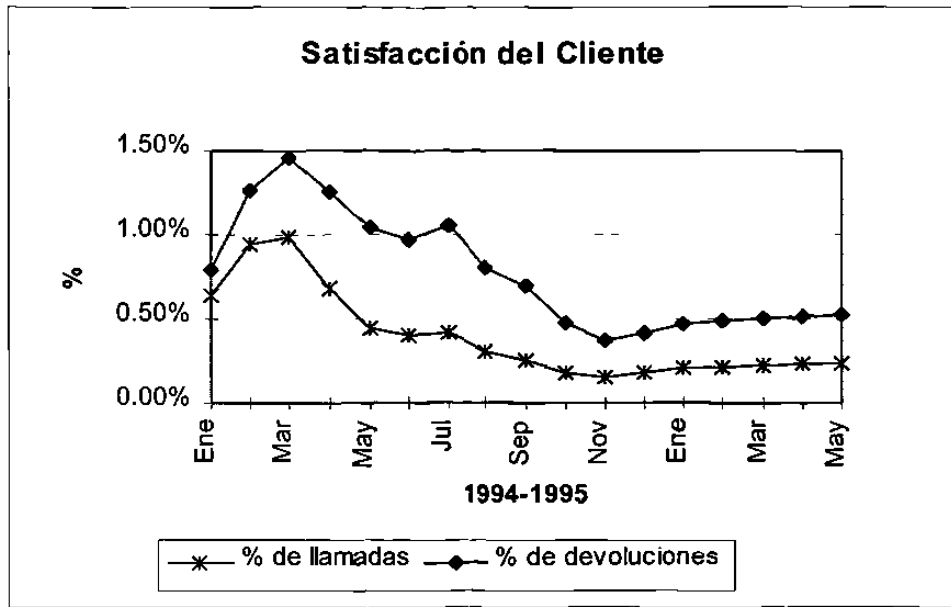
En este punto se refiere a el grado de satisfacción que los clientes tienen con los productos que se encuentran ya en sus manos. Para este concepto se deberán de tomar en cuenta todas las quejas y/o devoluciones hechas por los clientes dentro del período de tiempo a analizar. Para poder tener una medida objetiva y realista se calculará lo que denominaremos índice de satisfacción.

El índice de satisfacción esta representado mediante la siguiente fórmula :

$$\text{Índice de satisfacción ( IS )} = \frac{(\# \text{ de Quejas y devoluciones acumuladas})}{(\# \text{ de Unidades vendidas acumuladas})} \times 100$$

( % )

El índice anterior puede ser calculado para cualquier período a analizar (Semanal, Mensual , Trimestral , Anual , etc. ) y podrá ser graficado para determinar la tendencia o el impacto de las acciones y esfuerzos realizados (ver gráfica en la Figura # 11.1).



**Gráfica para medir satisfacción de clientes**

**Figura # 11.1**

### 11.2.2 Reducción en los DPU totales del proceso

Los DPU del proceso representan los defectos que observamos durante la fabricación del producto, es decir, defectos creados durante el proceso además de los provenientes de las partes compradas y que son detectados antes de que el producto llegue a manos del cliente.

La forma de encontrar esta medida es por medio de una evaluación al proceso, la cual fue descrita en el Capítulo 4. Los DPU totales serán los acumulados hasta la última etapa del proceso. Esta evaluación se realiza cada mes durante la última semana y se graficará de la siguiente forma:



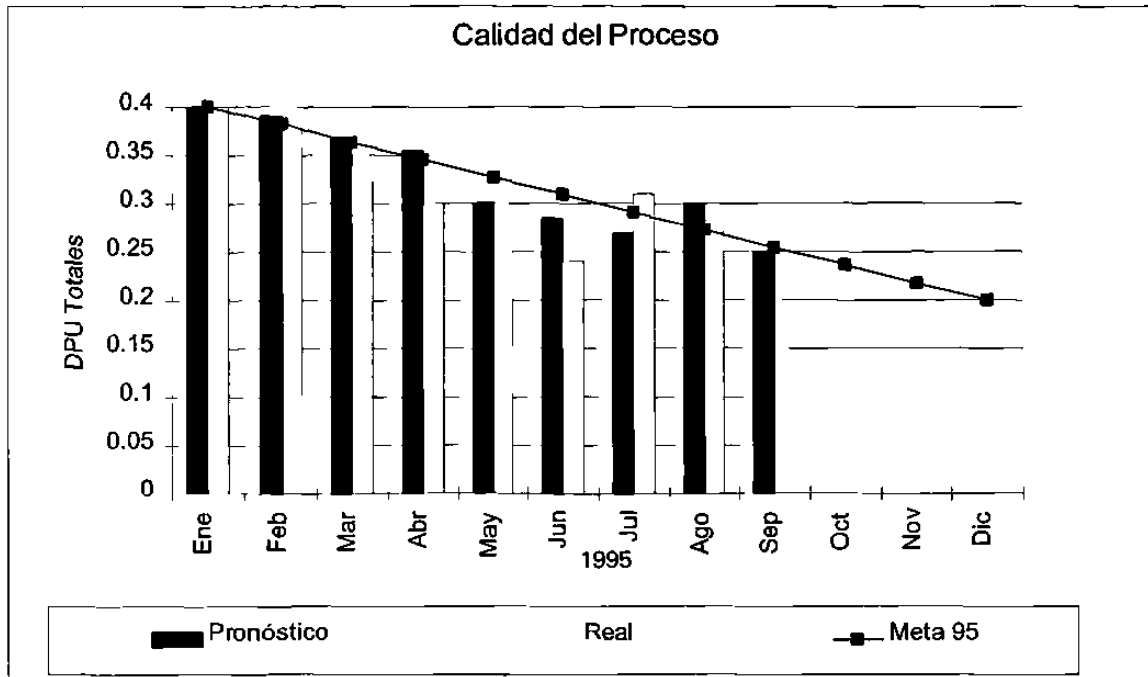


Figura # 11.2

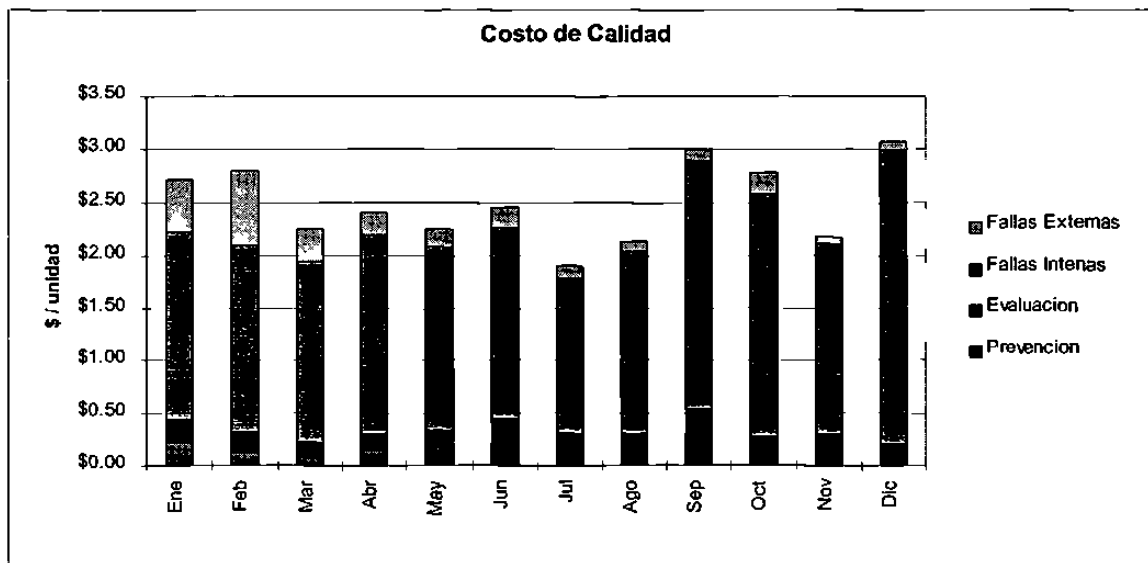
La gráfica, mostrará los DPU totales encontrados durante la última semana de cada mes y en ésta se podrá ver el resultado de los esfuerzos por mejorar el proceso siguiendo los pasos descritos en el Capítulo 5, así como los de Acciones Correctivas y preventivas (Capítulo 10). El pronóstico puede ser calculado tomando como base los proyectos de mejora y eliminación de defectos.

### 11.2.3. Reducción de los Costos de Calidad.

Como ha sido mencionado con anticipación (capítulo 3) los costos de calidad se dividen en cuatro categorías: costos por prevención, costos por evaluación, costos por fallas internas y costos por fallas externas.

Para todos estos costos se puede generar una tabla en donde se incluyen cada uno de estos divididos por los períodos a analizar.

Además de la Tabla, es conveniente crear una gráfica que nos muestre estos costos periodo tras periodo. Esta gráfica nos dará una visión mas clara y rápida de dónde estamos gastando nuestro dinero y en qué áreas debemos mejorar. La Figura 11.4 nos muestra un ejemplo de este tipo de gráfica.



Gráfica para Costo de Calidad

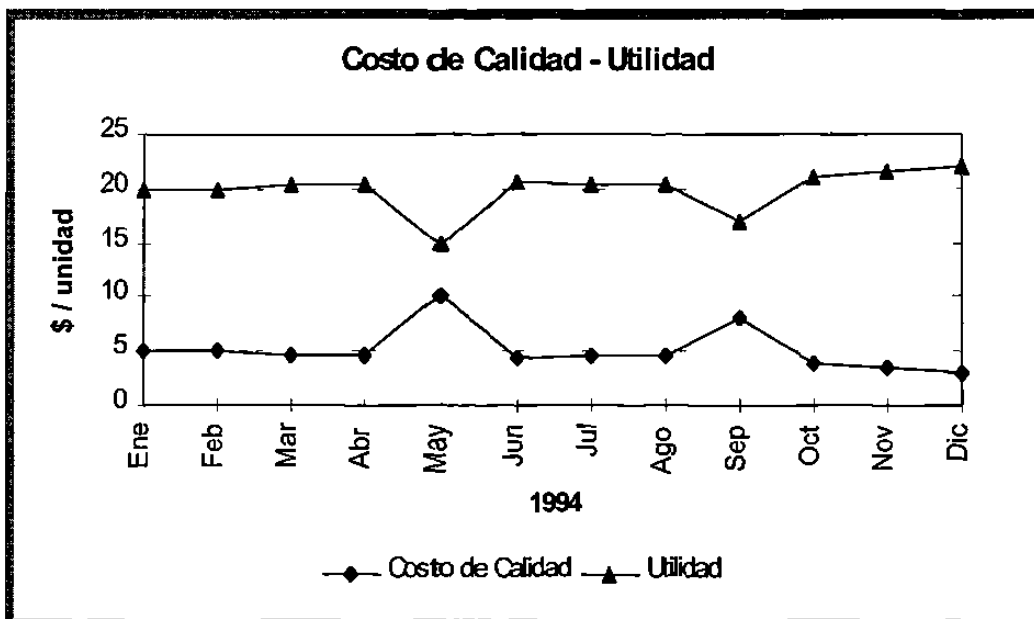
Figura 11.4

Es importante agregar que el Costo de calidad debe ser solo un indicador de mejoras en el área de calidad y no verlo solamente como un costo a atacar. El Costo de Calidad siempre va a existir, la clave es reducir los costos debido a Fallas Internas y Externas e invertir más en Prevención y Evaluación.

### 11.2.4 Incremento en las utilidades

Una consecuencia inevitable de la reducción de defectos es la disminución de los costos de calidad, lo cual a su vez disminuirá el costo unitario total del producto manufacturado. Al disminuir este costo, las utilidades netas del producto incrementarán, ya que la utilidad es igual a la diferencia entre el precio de venta y los costos totales.

Una forma de visualizar este incremento en las utilidades es por medio de una gráfica, la cual nos muestra el costo de calidad y la utilidad obtenida a lo largo de diferentes periodos. La razón de colocar estas dos variables juntas en una misma gráfica es la de observar su comportamiento simultáneo; de esta manera observamos que al reducir el costo de calidad por medio de la reducción de defectos, la utilidad aumenta. La gráfica de la Figura 11.5 es un ejemplo de esta aplicación.



Incremento de Utilidades

Figura # 11.5

### 11.2.5 Incremento la productividad

Al haber menos defectos que analizar, reparar y reinspeccionar, el tiempo de ciclo se reducirá hasta casi alcanzar su valor teórico. Esto traerá como consecuencia un incremento en el volumen de unidades de salida para un tiempo constante. A esto se le conoce como incremento en la productividad, es decir, manufacturar más con los mismos recursos o manufacturar lo mismo con menos recursos. Esto último se podría cumplir si, al no tener defectos en el proceso, se deshago de equipo y personal que sea exclusivo para inspeccionar o reparar defectos.

La gráfica (Figura 11.6) siguiente muestra el comportamiento de la productividad a través del tiempo. La productividad está medida en unidades por hora por hombre.

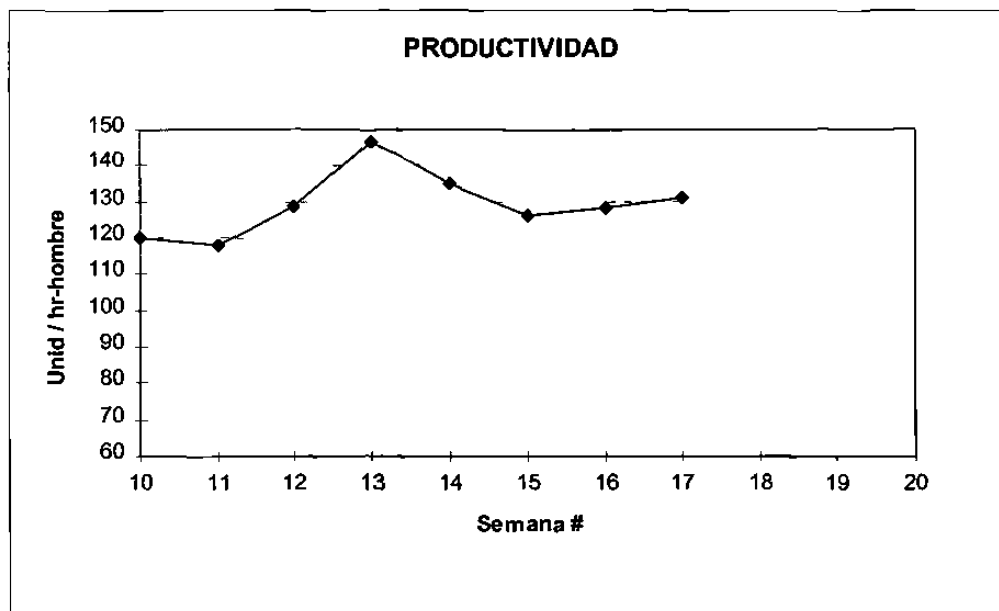


Figura # 11.6

### **11.3 Conclusiones**

Estas 5 medidas serán los indicadores de el éxito del Sistema de Calidad. Es sumamente importante el que tanto la Gerencia, como los equipos que trabajan en proyectos de mejora, revisen estas gráficas y comprendan que es lo que está pasando con cada una de las medidas.

Estas medidas tienen la intención de ser sencillas de calcular y fáciles de interpretar; el verdadero trabajo es descubrir el por qué de las tendencias de cada una de ellas y el analizar de que forma podemos seguir mejorándolas.

# **CAPITULO 12**

## **ESTRATEGIAS A UTILIZAR PARA LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA DE CALIDAD Y LA MEJORA CONTINUA**

### **12.1 Introducción**

Durante los capítulos anterior hemos hablado de cómo evaluar, mejorar y controlar los diferentes elementos que forman parte del Sistema de calidad, pero ¿cómo iniciar o implementar este sistema? y ¿cómo evitar el quedar estancados en lo que a mejoras respecta?

En este capítulo responderemos estas dos preguntas.

## 12.2 Implementación del sistema

La implementación de este sistema de calidad generalmente debe de comenzar con un despertar, en donde se deberá :

- a) Definir la visión de calidad,
- b) Dar una educación a todo el personal acerca del Sistema ,
- c) Definir los procesos críticos dentro de la compañía,
- d) Ver las herramientas de calidad que se tienen y sus aplicaciones.

Después del despertar se deberá de desarrollar un programa en donde se deberán de :

- a) Integrar a manera profunda los gerentes y directivos.
- b) Crear las metas que se desean obtener.
- c) Dar entrenamiento.
- d) Determinar cuales son las capacidades de los procesos existentes.
- e) Crear equipos de mejora continúa en el desarrollo y optimización de los procesos.

El siguiente paso será la misma implementación del sistema en donde se deberán de :

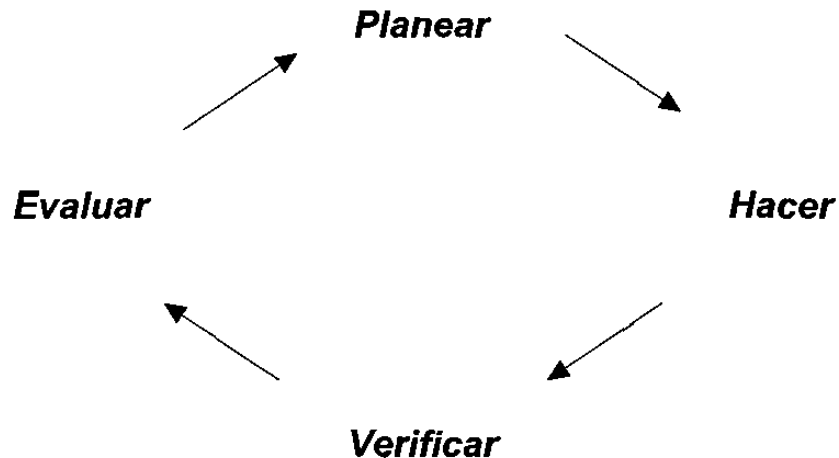
- a) Movilizar las organizaciones
- b) Promover cambios ,
- c) Crear un proceso de comunicación,
- d) Reconocer los logros
- e) Compartir los éxitos.
- f) Crear un proceso de mejora continúa
- g) Por último hacer revisiones periódicas al sistema.

### 12.3 La mejora continua del sistema

Existen 4 pasos que forman un ciclo de mejora continua:

- Evaluar
- Planear
- Hacer
- Verificar

Por ser un ciclo, el seguimiento de estos pasos nunca termina, ya que al llegar al último volvemos a empezar.



Los pasos son aplicables en la mejora de cualquier proceso y se definen de la siguiente manera:

- A) **Evaluar** la situación actual del proceso y compararlo contra dónde debería estar o quisiéramos que estuviera.



- B) **Planear** en base a la información recabada durante la evaluación (o recabar mas datos si es necesario) cuál es el camino a seguir para llegar a la meta deseada. Esta fase incluye el desarrollo de planes de acción, para actividades específicas de mejora.
- C) **Hacer** lo planeado, es decir, llevar a cabo los planes desarrollados durante la etapa anterior.
- D) **Verificar** si lo que hicimos trajo los resultados deseados.

Este proceso podrá parecer demasiado sencillo y general, pero el llevarlo a cabo requiere de un entendimiento de el proceso a mejorar.

## 12.4 Conclusiones

Una vez definidos todos los aspectos que formarán parte del Sistema de Calidad, el siguiente paso es implementarlo, y ,es precisamente en esta etapa, donde en muchas ocasiones muere el Sistema por la flata de apoyo, compromiso y estrategia por parte de la Dirección de la Empresa.

Además de la implementación, debe existir un mecanismo por medio del cual busquemos siempre la mejora del Sistema. Si no hacemos esto, nos encontraremos dentro de algunos años con un sistema obsoleto y no acorde con los requerimientos actuales.

# CONCLUSIONES

De el desarrollo de la tesis, podemos concluir lo siguiente::

- La alta calidad es un elemento primordial en el mercado actual.
- El objetivo del sistema de calidad es el de reducir la variabilidad existente en el proceso de manufactura de un producto.
- Para poder reducir esta variabilidad es necesario el observarla, analizarla y, hasta donde sea posible, controlarla para de esta manera reducir sus causas.
- Los beneficios de este sistema son muchos, siendo los mas importantes la mejora en la satisfacción del cliente, reducción de costos debido a mala calidad e incremento en la productividad.
- Se requiere de el involucramiento en el sistema de todas las áreas de la empresa y a todos los niveles.
- Este sistema nos introducirá en un proceso de mejora continua, lo cual es el primer paso para llegar a ser un líder mundial.

# BIBLIOGRAFÍA

Estrada Augusto

ISO-9000

Manual de como certificarse y mantener la certificación.

Ishikawa Kaoru

Guide to Quality Control

Asian Productivity Organization, 1982

Kathy Coady-Team Leader / Manual Documentation.

Equipment Cost of Quality, Measurement and Reporting user's manual.

KEMD

A Roadmap to Six Sigma , Implementation within EK Equipment Community

Draft 1.2

Universidad de Motorola

Manual del curso ENG 123, Design for Manufacturability, Guia del

Participante.

Wheeler Donald J.

Chambers David S.

Understanding Statistical Process Control

Editorial SPC Press, Knoxville, Tennessee

Schroeder Roger G.

Administración de operaciones

2 edición en español

Editorial Mc. Graw Hill

# LISTADO DE TABLAS Y FIGURAS

#	Descripción	Página
1.1	Variabilidad del producto	4
3.1	Curva característica dentro de una distribución normal	17
3.2	Media en una distribución normal	18
3.3	Desviación estándar en una distribución normal	19
3.4	Gráfica mostrando los límites de especificación superior e inferior	20
3.5	Gráfica de control mostrando los límites de control superior e inferior	21
3.6	Ejemplo de un diagrama de proceso de un producto	24
3.7	Gráfica de control para variables	25
3.9	Tiempo de ciclo	26
4.1	Tabla de diagnóstico del proceso	30
5.1	Tabla de contribución de DPU por etapa del proceso	36
5.2	Tabla de % de contribución de DPU por etapa del proceso	37
5.3	Tabla de % de DPU acumulados	38
5.4	Tabla de 80 % del total de los DPU totales	39
6.1	Plan de Calidad para Partes	49
10.1	Formato de acciones correctivas	70
10.2	Gráfica de monitoreo de las acciones correctivas	71
11.1	Gráfica para medir la satisfacción de los clientes	75
11.2	Gráfica de DPU totales dentro del proceso	76
11.4	Gráfica para el costo de calidad	77
11.5	Incremento en las utilidades	78
11.6	Gráfica de productividad	79

# RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

El Ingeniero Javier Martínez Rosan presenta esta tesis como defensa a su título de Maestro en Ciencias de la Administración con especialidad en Producción y Calidad.

El título de la Tesis es el de IMPLEMENTACION DE SISTEMA DE CALIDAD PARA MANUFACTURA.

El Ing. Javier Martínez Rosan nació en Monterrey Nuevo León el 7 de Junio de 1970. Es hijo del matrimonio formado por el Ing. Rogelio Martínez Salazar y la Sra. María Enriqueta Rosan Agostini. El Ing. Martínez realizó sus estudios superiores en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la U.A.N.L. en donde obtuvo su título de Ingeniero Mecánico Electricista ( 1987-1991 ).

El Ing. Javier Martínez ha prestado sus servicios profesionales a :

Conductores del Norte S.A. de C.V.

Eastman Kodak Company.

