



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

**ESTUDIO DE CALIDAD PARA LA  
FABRICACION DE ENGRANAJES**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A :  
**GOMEZ VAZQUEZ DAMIAN**

**ASESOR:**  
**ING. JUAN RAFAEL GARIBAY BERMUDEZ**

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1997



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

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

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAINE KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:  
"Estudio de Calidad para la fabricación de engranajes"

que presenta el pasante: Damián Gómez Vázquez  
con número de cuenta: 8833588-5 para obtener el TITULO de:  
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cuautilán Izcalli, Edo. de Mex., a 30 de Octubre de 1996

PRESIDENTE

Ing. Juan R. Garibay Bermúdez

VOCAL

MVZ José Fernando Altamirano Abarca

SECRETARIO

Ing. Arcadia Hernández Beltrón

PRIMER SUPLENTE

Ing. Jorge Altamira Ibarra

SEGUNDO SUPLENTE

Ing. Humberto Neri Mondragón

## *Dedicatoria*

*Este trabajo representa la culminación de una gran etapa de mi vida, el esfuerzo realizado lo dedico con todo cariño y respeto a mis padres, Manuel Gómez y María del Corcelón Vázquez, porque sin su ayuda y su dirección no lo hubiéramos logrado. Gracias por siempre.*

*A mis hermanos por sus consejos y observaciones, y por mostrarme el camino a seguir.*

*A los nuevos miembros de la familia, mis cuñados, Alejandro y Angélica.*

*Y de una manera muy especial a mi novia, Verónica Velasco Uribe, por su gran apoyo y comprensión, y por su cariño.*

*Agradecimientos*

*A mi alma mater, la UNAM, que con su Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán me enseñaron el espíritu universitario.*

*A mi asesor por su tiempo y asesoría.*

*A mis profesores.*

*A mis compañeros.*

*A mis amigos.*

*A la familia Velasco Uribe.*

*A mi familia*

*A mis primos, que se que cumplirán con su cometido.*

*Gracias a ti Dios.*

## ÍNDICE

	Pág.
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>GENERALIDADES</b>	<b>5</b>
2.1. Principales pasos históricos del movimiento hacia la calidad.	5
2.1.1 México y el sistema administrativo del Control Total de Calidad.	11
2.2 Desarrollo tecnológico de los engranajes.	12
2.2.1 Definiciones.	13
2.2.2 Tipos de engranes.	13
2.2.3 Funciones que pueden cubrir o satisfacer un tren de engranes.	16
2.2.4 Factores que se deben considerar para la fabricación de engranes.	16
2.2.5 Métodos de fabricación y de acabado de engranes.	18
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>PUNTOS DE DEMING PARA MEJORAR LA FABRICACIÓN DE ENGRANAJES.</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>PLANTEAMIENTO DE UN SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD PARA LA FABRICACIÓN DE ENGRANAJES.</b>	<b>39</b>
4.1 Responsabilidad de la dirección.	39
4.2 Sistema de calidad.	40
4.3 Revisión de contrato.	42
4.4 Control de documentos y datos.	42
4.5 Adquisiciones.	42
4.6 Control de productos proporcionados por el cliente.	43
4.7 Identificación y rastreabilidad del producto.	43
4.8 Control del proceso.	43
4.9 Inspección y prueba.	44
4.10 Control de equipo de inspección, medición y prueba.	45
4.11 Estado de inspección y prueba.	47
4.12 Control de producto no conforme.	47

	<b>Pág.</b>	
4.13	Acción correctiva y preventiva.	47
4.14	Manejo, almacenamiento, empaque, conservación y entrega.	48
4.15	Control de registros de calidad.	49
4.16	Auditorías de calidad internas.	49
4.17	Capacitación.	50
4.18	Servicio.	50
4.19	Técnicas estadísticas.	50

## **CAPÍTULO 5**

<b>CONCLUSIONES</b>	<b>51</b>
---------------------	-----------

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>52</b>
---------------------	-----------

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN.**

Los administradores mexicanos deben darse cuenta de que nos encontramos en una era dominada por la producción de bienes y servicios de calidad a precio bajo y no por la producción masiva de artículos de inferior calidad; debido a la importancia de los cambios que se han generado a raíz de la globalización de los mercados, y más específicamente con la firma del Tratado del Libre Comercio, la necesidad de ser competitivos para tener permanencia en el mercado o tener acceso a nuevos mercados, así como la tendencia, cada día más fuerte de adquirir productos certificados de acuerdo a normas, han generado la impostergable necesidad de desarrollar e implantar Sistemas de Calidad en forma efectiva. Lo que evidentemente redundara en un mayor beneficio económico para la organización.

La competencia global creciente ha conducido a que sean cada vez más estrictas las expectativas de los clientes con respecto a la calidad. Es conveniente que esos sistemas, den como resultado el mejoramiento continuo de la calidad y una satisfacción creciente de los clientes de la organización y otros interesados ( los empleados, propietarios, subproveedores, la sociedad).

El objetivo del estudio que a continuación se desarrolla es mostrar los beneficios que se pueden obtener al producir con calidad, para tal efecto se enfocará a la fabricación o manufactura de engranajes. Este estudio plantea la filosofía de Edward Deming, un sistema de aseguramiento de calidad y métodos estadísticos para desarrollar y mantener la calidad que requiera o necesite el cliente del producto; estos son también requisitos o pasos necesarios para estar conforme con unos estándares como la serie ISO 9000 y así poder certificarse ante algunos de estos organismos.

En la norma NMX- CC- 001 (ISO 8402), que no esta incluida en este estudio, se definen, se aclaran y se normalizan los términos relativos a la calidad, que se aplican al ámbito de la administración de la calidad. Algunos de estos términos son utilizados en este estudio.

## **CAPÍTULO 2**

### **GENERALIDADES**

#### **2.1. Principales pasos históricos del movimiento hacia la calidad.**

##### **Definición de calidad.**

La palabra **calidad** designa el conjunto de atributos o propiedades de un objeto que nos permiten emitir un juicio de valor acerca de él. En este sentido se habla de la nula, poca, buena o excelente calidad de un objeto.

Cuando se dice que algo tiene calidad, esta expresión designa entonces un juicio positivo con respecto a las características del objeto. El significado del vocablo **calidad** en este caso pasa a ser equivalente al significado de los términos **excelencia, perfección**. En la Edad Media se consideraba como obra perfecta sólo aquella que no tenía ningún defecto y era suficiente la presencia de uno de éstos, por pequeño que fuera, para calificar la obra como imperfecto. En la actualidad los términos perfección y calidad se aplican cada vez con mayor frecuencia a los productos que son el resultado de la actividad de manufactura, debido, sobre todo, a la importancia que esta actividad comenzó a tener desde la transformación industrial. Ahora éstos términos también ya se aplican a los servicios.

##### **Calidad en la época artesanal.**

El trabajo de manufactura en la época preindustrial, como eran prácticamente labores de artesanía, tenían mucho que ver con la obra de arte. El artesano ponía todo su empeño en hacer lo mejor posible cada una de sus obras cuidando incluso que la presentación del trabajo satisficiera los gustos estéticos de la época, dado que la perfección de su obra dependía su prestigio artesanal.

El juicio acerca de la calidad del producto tenía entonces como base la relación personal que se establecía entre el artesano y el usuario. Cuando alguien necesitaba de un producto (una herramienta, vestido o traje), exponía sus necesidades al fabricante, quien lo elaboraba de acuerdo con los requerimientos establecidos por el cliente. Como eran trabajos "hechos a la medida", el productor sabía de inmediato si su trabajo había dejado satisfecho al cliente, o no.

##### **Calidad en la época industrial.**

Con el advenimiento de la era industrial esta situación cambió. El taller cedió su lugar a la fábrica de producción masiva, bien fuera de artículos terminados o bien de piezas que iban a ser ensambladas en una etapa posterior de producción y que, por consiguiente, eran reemplazables.

El cambio en el proceso de producción trajo consigo cambios en la organización de la empresa. Como ya no era el caso de un operario que se dedica a la elaboración de un artículo, fue necesario introducir en las fábricas **procedimientos específicos** para atender la calidad de los productos fabricados en forma masiva. Dichos procedimientos han ido evolucionando durante

estos últimos tiempos: lo cual ha sido a su vez ocasión para que se pusieran de relieve determinados matices o filosofías involucradas en el concepto de calidad.

En la evolución de estos procedimientos se distinguen cuatro diferentes etapas:

#### **Primera etapa: el control de la calidad de los productos mediante la inspección.**

Esta etapa coincide con el periodo en el que comienza a tener mucha importancia la producción de artículos en serie. Ante esta situación era necesario ver si el artículo, al final de la línea de producción, resultaba apto o no, para el uso para el que estaba destinado; por eso, en las fábricas se vio la conveniencia de introducir un departamento especial a cuyo cargo estuviera la tarea de inspeccionar. A este nuevo organismo se le denominó departamento de control de calidad. En esta época todavía no se consideraba tarea de este departamento descubrir las causas de los problemas.

En esta etapa destaca Frederick W. Taylor, el iniciador de la administración científica, afirma que toca a la administración definir la tarea de los operarios y especificarles el procedimiento y la relación que debe darse entre tiempos y movimientos; y que la tarea de control de calidad compete a los supervisores.

También destaca G. S. Radford, que en su obra *The control of Quality in Manufacturing* afirma los siguientes puntos:

- la inspección tiene como propósito examinar de cerca y en forma crítica el trabajo artículo para comprobar su calidad y detectar los errores; y posteriormente ponerles remedio. Todo esto con el fin de que el producto cumpla con los estándares establecidos.
- la inspección no sólo debe llevarse a cabo en forma visual, sino además con ayuda de instrumentos de medición.
- propone métodos de muestreo como ayuda para el control de calidad, más no fundamenta sus métodos en la estadística.
- con respecto a la calidad, es necesario que los diseñadores se involucren desde el comienzo en las actividades de calidad, que exista coordinación entre los diferentes departamentos y que se analice la relación que debe existir entre el mejoramiento de la calidad y la baja de los costos.

**Segunda etapa: se cae en la cuenta de que la atención a la calidad exige observación del proceso a fin de mejorarlo, es decir, se establece el control estadístico de la calidad.**

Los trabajos de investigación llevados a cabo, en la década de los treinta, por Bell Telephone Laboratories fueron el origen de lo que actualmente se denomina control estadístico de la calidad (Statistica Quality Control **SQC**).

A este grupo de investigadores pertenecieron W. A. Shewhart, Harold Dodge, Harry Roming y, más tarde, G. D. Edwards, Joseph Juran, quienes con el tiempo iban a ser figuras prominentes del movimiento hacia la calidad. En 1942 algunos de éstos ocuparon puestos relevantes en la sección de control de calidad del Departamento de Guerra, esto debido a la

necesidad de tener técnicas de control estadístico de calidad en la producción de grandes cantidades de armamento.

En 1931 W. A. Shewhart publicó su libro *Economic Control of Quality of Manufactured Product*, que significó un avance definitivo en el movimiento hacia la calidad. El autor proporciona una definición precisa del control a efectuarse en el proceso de manufactura, desarrollo técnicas eficaces para monitorear y evaluar día a día la producción.

Shewhart fue el primero en reconocer que en toda la producción industrial se da variación en el proceso, es decir, no pueden producirse dos partes con las mismas especificaciones, lo cual se debe, a las diferencias que se dan en la materia prima, a las habilidades de los operarios y a las condiciones en que se encuentra el equipo. Esta variación debe ser estudiada con los principios de la probabilidad y de la estadística.

La administración debe tomar en cuenta este hecho, relacionado íntimamente con el problema de la calidad. No se trata de suprimir la variación, esto resulta prácticamente imposible, sino de ver qué el rango de variación es aceptable sin que se originen problemas. Shewhart desarrolló técnicas estadísticas sencillas para determinar dichos límites y gráficas de control en las que se pudieran presentar los resultados.

Otros investigadores de la misma compañía, principalmente Harold Dodge y Harry Roming, avanzaban en la forma de llevar a cabo la práctica del muestreo, que es el segundo elemento importante del control estadístico del proceso. Las **técnicas de 1 muestreo** parten del hecho de que en una producción masiva es imposible inspeccionar todos los productos, para diferenciar los productos buenos de los malos. De ahí la necesidad de verificar un cierto número de artículos entresacados de un mismo lote de producción, para decidir sobre esta base si el lote entero es aceptable o no. Pero esta forma de proceder incluye riesgos: debido a los defectos de unas cuantas muestras se puede rechazar todo un lote de producción de calidad aceptable, como también se puede pasar en bueno un lote que en realidad debería ser rechazado.

### **Tercera etapa: aseguramiento de la calidad.**

Esta etapa se caracteriza por dos hechos muy importantes: la toma de conciencia por parte de la administración del papel que le corresponde en el aseguramiento de la calidad y la implantación del nuevo concepto de control de calidad en Japón.

Antes de las década de los cincuenta, la atención se había centrado en control estadístico del proceso, ya que de esta forma era posible formar medidas adecuadas para prevenir los defectos. Sin embargo, era necesario que quedara asegurado el mejoramiento de la calidad logrado: lo cual implicaba desarrollar profesionales dedicados al problema del aseguramiento de la calidad y que, más aún, habría que involucrar a todos en el logro de la calidad. De aquí surgen varios cuestionamientos: ¿Estaría dispuesta la alta gerencia a un compromiso de este género y dedicar un presupuesto específicamente para atender programas de calidad? ¿Qué tanto incidía en los costos de producción el producto defectuoso? ¿La inversión quedaría justificada por el ahorro que significaba evitar el producto defectuoso?

Cuatro son ahora los autores más importantes que figuran:

**Edward Deming**, nacionalidad norteamericana, ocupa un lugar preponderante en el movimiento hacia la calidad debido, sobre todo, a su planteamiento visionario de la responsabilidad de la administración y a la influencia que tuvo en el movimiento japonés hacia la calidad.

Su planteamiento (publicado en su obra *Quality Productivity and Competitive Position, 1982*) es el siguiente: si se mejora la calidad, disminuyen los costos. La reducción de los costos juntamente con el mejoramiento de la calidad se traducen en mayor **productividad**. La empresa con mayor productividad es capaz de capturar un mercado cada vez mayor, lo cual le va a permitir permanecer en el mundo de los negocios conservando así las fuentes de trabajo para sus empleados. Hacer este cambio en el sistema es tarea de la alta gerencia.

Dado que la alta gerencia es responsable del sistema y puesto que gran parte de los productos defectuosos se derivan del sistema mismo, la alta gerencia y no los trabajadores, es la responsable en mayor medida (el 85%) de los productos defectuosos. Si la alta gerencia quiere cumplir con la responsabilidad que le compete en esta época de gran competitividad, debe llevar a cabo determinadas acciones, como *los catorce puntos de Deming*, que le van a permitir hacer el cambio del sistema.

**Joseph Juran**, en su libro *Quality Control Handbook* editado en 1951, trató el tema de los costos de la calidad y de los ahorros substanciales que los administradores podían lograr si atendían inteligentemente el problema. Algunos costos de producción, son inevitables, pero otros se pueden suprimir. Son inevitables los relacionados con el control de la calidad. Los que se pueden suprimir son los que se relacionan con los productos defectuosos, como son el material de desecho, las horas invertidas en reparaciones, en retrabajo y en atender reclamaciones, y las pérdidas financieras que resultan de clientes insatisfechos.

**Armand Feigenbaum** en su libro *Total Quality Control (1956)*, propone por primera vez el concepto **control total de calidad**. Su planteamiento es el siguiente: no es posible fabricar productos de alta calidad si el departamento de manufactura trabaja aisladamente. Para que el control de calidad sea efectivo, éste debe iniciarse con el diseño mismo del producto y terminar sólo cuando el artículo esté en manos de un consumidor satisfecho. Por consiguiente, el principio fundamental del que hay que partir es el siguiente: *la calidad es trabajo de todos y de cada uno de los que intervienen en cada etapa del proceso*.

A fin de que sistema funcione, es necesario que las compañías desarrollen matrices en las que expresen las responsabilidades que los diferentes departamentos tienen con respecto a determinadas actividades o funciones. De ahí la necesidad de construir equipos interdepartamentales que tengan como función llevar a la mesa de discusión los puntos de vista de los diferentes departamentos y asegurar el que estos puntos de vista sean tenidos en cuenta en la actividad propia de cada departamento.

Tanto Juran como Feigenbaum señalan la necesidad de contar con nuevos profesionales de la calidad que reúnan conocimientos estadísticos y habilidades administrativas: expertos en ingeniería de control de calidad, que sepan planear la calidad a alto nivel, coordinar actividades de otros departamentos, establecer estándares de calidad y proporcionar mediciones adecuadas.

**Philip B. Crosby** está ligado con la filosofía conocida como **cero defectos**, que se experimentó en la Martin Company, fábrica de los misiles Pershing. Con este experimento se hizo caer en la cuenta a los directivos de esta compañía que cuando la administración pide perfección, está se da. Si no se da la perfección en un trabajo, esto se debe a que la administración o no la exige o los trabajadores no tienen la intención de darla. Dicho razonamiento permitió ver la importancia que tiene motivar a los trabajadores y hacerlos conscientes de que pueden hacer su labor sin ningún defecto.

Martin Company pues, articuló una filosofía, según la cual el único standard aceptable de calidad es cero defectos. Crosby, quien trabajó en ésta en la década de los sesenta, divulgó esta filosofía en su libro *Quality Is Free*. A juicio de este autor es técnicamente posible lograr una excelente calidad: la cual es lo más redituable desde el punto de vista económico.

**Cuarta etapa: la administración misma redefine su papel con el propósito de que la calidad del producto sea la estrategia a emplear para tener éxito frente a los competidores.**

En las dos últimas décadas ha tenido lugar un cambio muy importante en la actitud de la alta gerencia con respecto a la calidad debido, sobre todo, al impacto que, por su calidad, precio y confiabilidad, han tenido los productos japoneses en el mercado internacional.

Si en épocas anteriores se pensaba que la falta de calidad era perjudicial a la compañía, ahora se valora la calidad como la estrategia fundamental para alcanzar competitividad. La calidad no pasa a ser estrategia competitiva sólo por que se apliquen métodos estadísticos para controlar el proceso: como tampoco lo es por el hecho de que todos se comprometan a elaborar productos sin ningún defecto, pues esto de nada serviría si no hay mercado para ellos. La calidad pasa a ser *estrategia de competitividad* en el momento en el que la alta gerencia toma como punto de partida para su planeación estratégica los requerimientos del consumidor y la calidad de los productos de los competidores. Se trata de planear toda la actividad de la empresa, en tal forma de entregar al consumidor artículos que respondan a sus requerimientos y que tengan una calidad superior a la que ofrecen los competidores.

Esto, sin embargo, implica cambios profundos en la mentalidad de los administradores, en la cultura de las organizaciones y en las estructuras de las empresas. La experiencia que las empresas japonesas han tenido en la implantación de un sistema administrativo enfocado al logro de la calidad ha contribuido en gran medida a visualizar cuáles deben ser estos cambios y, por consiguiente, a comprender los pasos a dar para lograr que la calidad llegue a ser la estrategia competitiva por excelencia.

### **Cronología de los hechos más importantes del movimiento japonés hacia la calidad.**

- 1945** Las fuerzas aliadas constituyen la sección de comunicaciones civiles.  
Se establece la Asociación Japonesa de Estándares.
- 1946** Se integra el Comité Japonés de Estándares Industriales.  
Se funda la Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses (Japanese Union of Scientists and Engineer, JUSE). Con la finalidad de investigación y desarrollo, enseñanza y entrenamiento, servicio internacional y patrocinio de conferencias técnicas anuales, publicaciones y servicios de extensión  
Con esto aparece por primera vez la revista mensual *Normas y Estándares*.
- 1949** JUSE establece el Grupo de Investigación de Control de Calidad. Se ofrecen los primeros cursos de control de calidad con duración de 6 meses, con una concentración de más de 15,000 ingenieros.  
Se aprueba la Ley de Estandarización Industrial.  
Tiene lugar los seminarios organizados por la Sección de Comunicaciones Civiles.
- 1950** JUSE publica la revista Control Estadístico de Calidad.  
Bajo la Ley de Estandarización Industrial se establecen los Estándares Industriales Japoneses (Japanese Industrial Standards JIS).  
Deming ofrece seminarios acerca de la calidad, a petición de la JUSE.
- 1951** Se establece el Premio Deming.  
Tiene lugar la Primera Conferencia de Control de Calidad.
- 1954** Juran imparte seminarios acerca de la calidad, a petición de la JUSE.
- 1956** La Corporación de Radios de Onda Corta de Japón transmite un curso sobre control de calidad para supervisores.  
La Corporación Nacional de Radio de Japón ofrece cursos de control de calidad en su canal de televisión dedicado a la educación.
- 1960** JUSE publica un Manual de Control de Calidad para Supervisores.  
Se establece a nivel nacional del Mes de la Calidad.
- 1961** Se publica un suplemento especial acerca del control estadístico de la calidad dedicado a supervisores.  
Tiene la XI Conferencia de Control de Calidad, que incluye paneles de discusión acerca del papel del supervisor en el aseguramiento de la calidad.

**1962** Se publica Gemba-To-QC (Control de Calidad para Supervisores), publicación que incluye la propuesta de formar círculos de control de calidad, donde se involucra a todos los empleados de todos los niveles en la creación, implementación y mejoramiento de los sistemas y procedimientos de control de calidad.

Queda registrado el primer círculo de control de calidad.

Tiene lugar la I Conferencia Anual sobre Control de Calidad para Supervisores.

**1968** Se introduce el término Company-Wide Quality Control (CWQC).

**1969** Tiene lugar en Tokio la I Conferencia Internacional de Control de Calidad.

**1970** Se establece el Premio All Japan Quality Control.

Se establece la Sociedad Japonesa para Control de Calidad.

**1972** La Quality Function Deployment se pone en práctica por primera vez en Kobe Shipyard, Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.

**1979** Llegan a 100,000 los círculos de calidad registrados.

**1981** Se logran 800,000 círculos de calidad.

### **2.1.1 México y el Sistema Administrativo del Control Total de Calidad.**

La filosofía administrativa que busca la productividad por la estrategia de la calidad se introduce en México en la década de los 80's debido principalmente a los siguientes factores:

a) Varias compañías internacionales, especialmente en la rama automotriz, comenzaron a exigir a sus filiales mexicanas llevar control estadístico de la calidad. Esto obligó a la alta gerencia de dichas compañías a comprometerse con el sistema administrativo de control de calidad y, por consiguiente, a exigir evidencia estadística de calidad a las compañías proveedoras de los componentes nacionales de la industria automotriz. En esta forma, empresas estrictamente mexicanas han adoptado el nuevo sistema administrativo.

b) La industria maquiladora ha contribuido también a que la estrategia de la calidad se extienda, pues la maquila opera sistemas muy precisos de calidad; lo cual ha requerido una formación especial del personal. La movilidad característica del personal que trabaja en la maquila ha contribuido a la divulgación de los nuevos conceptos relacionados con la estrategia de calidad.

c) Empresas mexicanas, debido a la crisis económica que a partir de 1982 enfrenta el país, ha visualizado la necesidad de exportar para sobrevivir; pro esto, han buscado la forma de ser verdaderamente competitivas a nivel internacional y han recurrido al sistema administrativo de control total de calidad.

En la introducción de la estrategia de la calidad, la industria mexicana ha seguido básicamente dos modelos:

1. Algunas empresas han optado por recurrir a la consultoría extranjera en esta materia.
2. Otras, en cambio, han ido asimilando, poco a poco, la nueva filosofía y han generado ellas mismas, etapa por etapa, los cambios de mentalidad y de estrategia implicados en el sistema administrativo de control de calidad.

La nueva filosofía administrativa ha sido también objeto de estudio y de investigación por parte de los centros universitarios; por ejemplo, el Centro de Calidad del Tecnológico de Monterrey, fundado en 1982, con el propósito de investigar, diseñar y promover modelos de calidad especialmente adaptados a las empresas mexicanas, con el fin de que estas acrecienten su capacidad competitiva tanto nacional como a nivel de exportación.

Algunas de las organizaciones que han surgido últimamente para promover el sistema administrativo de control de calidad son las siguientes:

- La Asociación de Ex becarios de AOTS México-Japón A. C., que tiene como objetivo extender en nuestra país los conocimientos adquiridos durante su estancia en Japón y promover el intercambio de experiencias en el área del control total de calidad entre ambos países.
- La Fundación Mexicana para la Calidad Total A. C., que integra a organizaciones públicas y privadas, instituciones de educación superior y sindicatos comprometidos con la calidad. Esta Fundación tiene como propósito "Generar, recopilar y divulgar conocimientos, tecnológicos y experiencias acordes con nuestro medio en materia de calidad, productividad y calidad de vida en el trabajo, con el propósito de impulsar a las organizaciones a superarse y ser autosuficientes en materia de calidad/productividad y así contribuir al desarrollo nacional.
- La decisión de empresarios de Monterrey de establecer un organismo que coordine los esfuerzos de las diversas en favor de la calidad. Esta decisión ha cristalizado en la organización denominada Consejo de Calidad Metropolitano A.C., fundado en 1988.

## **2.2 Desarrollo tecnológico de los engranajes.**

La evolución de los engranajes y de los trenes de engranajes recibió su mayor impulso con el desarrollo del arte de la relojería. Los fundamentos fueron establecidos por aquellos matemáticos y mecánicos eminentes que se interesaron en el funcionamiento de los relojes mucho antes que la revolución industrial hubiese empezado a acelerar el progreso de las demás ramas de la Ingeniería. El matemático francés Camus (1699 - 1768) formuló claramente los principios del cálculo de los trenes de engranajes, ilustrándolos con ejemplos tomados de la relojería. Aunque los principios básicos no han variado, la forma de enfocar los problemas que se suscitan en esta clase de trenes ha sido simplificada mediante los trabajos posteriores de Brocot, Rasche y otros.

La ingeniería mecánica no se concibe sin engranajes, y la multitud de trenes de ese tipo empleados en maquinaria de transmisión de fuerza, mecanismos e instrumentos hace imposible una clasificación sencilla. Afortunadamente, los principios básicos son poco numerosos, y aun los trenes epicicloidales, tan complejos a primera vista, se pueden analizar con relativa facilidad si se enfocan correctamente.

### 2.2.1 Definiciones.

Un **engranaje** es un órgano que asegura el enlace entre dos ejes o flechas, transmitiendo el movimiento de rotación desde uno de ellos (*eje conductor o motor*) al otro (*eje conducido*) al encajar o engranar sus dientes sucesivamente.

Un **engrane** es cualquier parte de la máquina que está dentada. Cuan dos ruedas dentadas giran conjuntamente, a la que tiene el mayor número de dientes se le denomina engrane.

Un **piñón** es un engrane con un número reducido de dientes. Cuando dos ruedas dentadas giran conjuntamente, la que tiene el menor número de dientes se denomina el piñón.

Una **cremallera** es un engrane cuyos dientes se encuentran distribuidos a lo largo de una línea recta. Una cremallera básica es la que se ha elegido como la base de un sistema de engranes intercambiables.

Un **tornillo sinfin** es un engrane con uno o más dientes los cuales se asemejan a la cuerda de un tornillo. El sinfin es cilíndrico y tiene cuerda helicoidal.

### 2.2.2 Tipos de engranes.

Generalmente se utilizan muchas clases de engranes. El primer problema al diseñar un juego de engranes es el seleccionar la clase adecuada. Frecuentemente se piensa que cierta clase de engranes es la mejor y realmente no hay mejor clase. Sin embargo, para cada uso hay una clase de engrane que es la adecuada. Los engranes pueden ser dispuestos en una gran variedad de formas. En las unidades más complicadas de maquinaria, el problema de disponer y acomodar las transmisiones de engranes en un espacio determinado, es uno de los mayores, al diseñar engranes.

En términos generales, una *transmisión de engranes* implica a un miembro dentado que se acopla con otro miembro dentado y le transmite movimiento. Generalmente se desea que el segundo miembro dentado gire a una velocidad angular uniforme, cuando el primer miembro es accionado a una velocidad angular regular. El segundo miembro puede estar dentado exteriormente o interiormente, o puede ser un tramo de cremallera. Muchos tipos de engranes no pueden ser engranados por su forma geométrica.

Un factor que influye para escoger el engrane adecuado es el arreglo geométrico del aparato que necesita la transmisión. *Los engranes pueden transmitir movimiento desde flechas orientadas prácticamente en cualquier dirección*, ver Figura 1. Cuando *las flechas son paralelas*, las superficies de paso de los engranes son cilíndricas. Si *las flechas se intersectan*, los engranes tienen superficies de paso cónicas. Las *flechas que se cruzan* son engranadas por ruedas dentadas de varias formas, clasificadas desde el engrane hiperbolóide (hipoide) hasta la transmisión de sinfin en la forma sencilla (cilíndrica) o de doble envolvente (globoide).

La disposición de la transmisión puede desempeñar un papel importante en lo fácil o difícil que sea el lograr objetivos tales como grandes relaciones, gran capacidad de fuerza, alta eficiencia, o una unidad muy compacta.

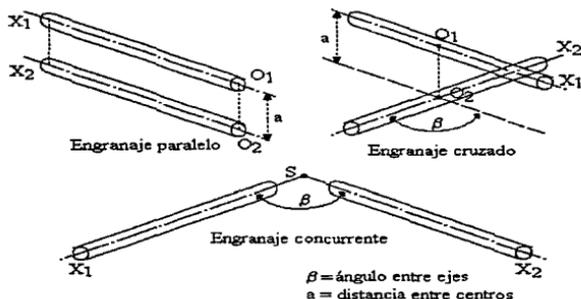


Figura 1

El acoplamiento de engranes que se cruzan implica mayor deslizamiento en los flancos del diente y, por lo tanto, mayor pérdida por fricción que en transmisiones de ejes paralelos o que se intersectan. Es por esta razón que las instalaciones de gran potencia que requieren de una alta eficiencia, son generalmente diseñadas con engranes cilíndricos o cónicos. Una comparación general de los diferentes tipos de engranes se presenta en la Tabla 1.

Cuando se impone el requerimiento adicional de que el movimiento o potencia sean transmitidos suavemente, la forma y el tamaño de los dientes llegan a ser críticos. Las formas de diente establecidas por las normas de la Asociación Americana de Fabricantes de Engranes (AGMA), son aquellas que en la práctica se ha comprobado son las más satisfactorias para la inmensa mayoría de las aplicaciones de engranes, desde el punto de vista del funcionamiento así como del costo.

Tabla 1.

## COMPARACIÓN GENERAL DE LOS IMPERFECTOS TIPOS DE ENGRANES

Tipo de engrane	Intervalo de vida	Tipo de carga ejercida sobre los apoyos	Velocidad nominal máxima en la trayectoria de paso en rpm		Número del conjetor	Método de fabricación	Método de acabado
			En estado de uso normal	Comercial			
<b>Ejes paralelos</b>							
Engranes rectos externos	97-99,5	Rueda	6 000	1 200	Amolado	Fresado con costador afila, mecanizado, pulido, brochado	Rectificado, maquinado, pulido, brochado
Engranes rectos internos	97-99,5	Rueda	6 000	1 200	Amolado	Fresado, brochado, troqueado, mecanizado, mecanizado, mecanizado	Rectificado, maquinado, pulido, brochado
Engranes helicoidales externos	97-99,5	Rueda y aros	12 000	1 200	Amolado	Fresado con costador afila, mecanizado, brochado	Rectificado, maquinado, pulido, brochado
Engranes helicoidales internos	97-99,5	Rueda y aros	6 000	1 200	Amolado	Macinados, brochado	Maquinado, rectificado, pulido, brochado
Engrane espina de pescado interno	97-99,5	Rueda	6 000	1 200	Amolado	Macinados	Pulido, maquinado, mecanizado
Engrane espina de pescado externo	97-99,5	Rueda	12 000	1 200	Amolado	Fresado con costador afila, mecanizado, brochado	Rectificado, maquinado, pulido, brochado
<b>Ejes que se intersecan</b>							
Engrane cónico recto	97-99,5	Rueda y aros	3 000	300	Amolado	Operado, brochado	Rectificado
Engrane cónico axial	97-99,5	Rueda y aros	3 000	300	Amolado	Operado	Rectificado
Engrane cónico en espiral	97-99,5	Rueda y aros	7 500	1 200	Amolado	Operado	Rectificado, pulido
	97-99,5	Rueda y aros	7 500	1 200	Amolado	Operado	Rectificado, pulido
Engrane de cara	97-99,5	Rueda y aros	1 500	1 200	Amolado	Igual que el engrane recto externo	Pulido, maquinado, pulido, brochado
	97-99,5	Rueda y aros	1 500	1 200	Amolado	Igual que el engrane recto externo	Pulido
De diente ahuecado	97-99,5	Rueda y aros	1 500	1 200	Amolado	Fresado con costador afila, brochado	Pulido, rectificado
<b>Ejes que no se intersecan ni son paralelos</b>							
Engranes con ejes que se cruzan	50-95	Rueda y aros	2 000	1 200	Amolado	Fresado con costador afila, mecanizado, brochado	Rectificado, pulido, maquinado
	50-90	Rueda y aros	3 000	1 400	Pulido	Fresado, brochado con costador afila	Rectificado
Sifón de doble envolvente	50-98	Rueda y aros	3 000	1 200	Engrane	Fresado con costador afila	Pulido
	50-98	Rueda y aros	3 000	1 200	Engrane	Operado, brochado con costador afila	Pulido, maquinado
Hélice	90-98	Rueda y aros	3 000	1 200	Curvas	Fresado, brochado con costador afila	Rectificado, pulido
Hélice de alta producción	50-90	Rueda y aros	3 000	1 200	Amolado	Operado	Rectificado
Spirale	50-97	Rueda y aros	3 000	1 800	Engrane	Operado	Rectificado, pulido
Planoid	90-98	Rueda y aros	3 000	1 300	Pulido	Fresado, brochado con costador afila	Rectificado, pulido
	90-98	Rueda y aros	3 000	1 300	Engrane	Fresado con costador afila, brochado	Rectificado, pulido
Helicoid	50-98	Rueda y aros	3 000	1 800	Pulido	Fresado con costador afila	Pulido, rectificado
	50-98	Rueda y aros	3 000	1 800	Engrane	Fresado, brochado	Rectificado
Engrane de cara	95-99,5	Rueda y aros	3 000	1 200	Pulido	Fresado con costador afila	Rectificado, brochado
	95-99,5	Rueda y aros	3 000	1 200	Engrane	Fresado con costador afila, brochado	Rectificado, brochado
De diente ahuecado	50-95	Rueda y aros	3 000	1 200	Pulido	Igual que el engrane recto externo	Pulido
	50-95	Rueda y aros	3 000	1 200	Engrane	Macinados	Pulido
					Amolado	Operado, brochado con costador afila	Rectificado, brochado

### **2.2.3 Funciones que pueden cubrir o satisfacer un tren de engranes.**

En general, un tren de engranes puede requerirse para satisfacer una de las siguientes funciones, cada una de las cuales requiere un diseño especial del diente, marcadamente diferente de las otras.

1. Transmisión de potencia de una flecha a otra.
  - a) La aplicación puede ser de disminución de velocidad (incremento de par). Por ejemplo, los engranes de potencia en un automóvil.
  - b) La aplicación puede ser de incremento de velocidad (disminución de par). Por ejemplo, los engranes de potencia de una desnatadora manual o de una esmeriladora manual.
  - c) Transmisiones multidireccionales, o sean aquellas de inversión frecuente, en las cuales, la pérdida de movimiento en los dientes origina grandes cargas de impacto durante la inversión (como en las transmisiones de los trenes de laminación).
2. Transmisión de movimiento angular de una flecha a otra.
  - a) Aplicaciones donde la eliminación de movimiento perdido es de importancia primordial, como en los servotrenes.
  - b) Aplicaciones donde la posición angular absoluta es de importancia primordial, como en el equipo de posicionamiento de la antena del radar o el equipo de control de disparos de artillería.
3. Engranes que deben cumplir con dos o más de las funciones anteriores.

### **2.2.4 Factores que se deben considerar para la fabricación de engranes.**

**Materiales para engranes.** En algunos casos, las prácticas industriales, el equipo de taller disponible para hacer engranes o los requisitos de diseño específicos dejan al diseñador poco margen de selección para el material del engrane a usar. Cuando el diseñador tiene un vasto campo de selección, el costo del material en bruto, capacidad relativa de carga para un tamaño dado, adaptabilidad del material para procesos de producción en masa y la resistencia a la corrosión, entran en juego para elegir el material.

Los *materiales férricos* son de gran importancia en la manufactura de engranes. Hablando en términos generales, estos materiales representan la materia prima de más bajo costo. Los aceros del tipo de aviación templados, por ejemplo, pueden soportar las cargas más elevadas, si se les considera desde el punto de vista de caballos de fuerza soportados por unidad de volumen.

Una amplia variedad de *materiales no ferrosos* como bronce, aleaciones de aluminio, aleaciones de zinc, plásticos no metálicos y materiales laminados, son usados para fabricar engranes. En muchos casos el engrane no ferroso es accionado por un piñón de acero. Cuando las cargas son ligeras y las piezas son pequeñas, frecuentemente se pueden fabricar ambos miembros del par de material no ferroso.

Estos materiales tienden a ser más resistentes a la corrosión y algunos tienen menos masa por unidad de volumen en relación con los materiales ferrosos. Algunos materiales no ferrosos se aplican con frecuencia para reducir ruidos objectionables en un medio ambiente especial, las propiedades de amortiguación facilitan el rodamiento o deslizamiento de las irregularidades de los dientes de los engranajes, por lo podría llamarse adaptabilidad; además se presentan asimismo, a técnicas de producción en masa de muy bajo costo.

**Tolerancia de engranes.**- Las tolerancias constituyen una fase compleja en las especificaciones de los engranes que afecta al rendimiento del engrane, a sus materiales y acabados, técnicas de fabricación, inspección y costos. Las tolerancias constituyen un procedimiento técnico legalizado que permite apartarse en ciertas proporciones prescritas, de los valores ideales. En el caso de los engranes, las cantidades con tolerancia son predominantemente, medidas de longitud o ángulo y algunas mediciones de fuerza, tales como las asociadas con especificaciones de dureza de materiales.

Entre más estrecha sea la tolerancia, haciendo caso omiso de la dimensión particular o del control, mayor será el esfuerzo requerido para su fabricación. Esto origina el aumento de los costos de fabricación.

El propósito principal de la tolerancia es permitir la variación en las dimensiones y parámetros de control sin menoscabo del funcionamiento del engrane más allá de los límites establecidos por la especificación del diseño.

Frecuentemente una tolerancia no se establece por los requisitos funcionales sino por las necesidades de manufactura. La operación de una máquina puede afectar a la siguiente. Los dispositivos y montaduras pueden requerir tolerancias para aplicaciones adecuadas, pero, de otro modo, las tolerancias pueden no ser necesarias.

Las tolerancias de los engranes pueden dividirse en tres clasificaciones generales: tolerancias para elementos funcionales que engranan, tolerancias funcionales para elementos no engranables y tolerancias no funcionales en las dimensiones del cuerpo y otras limitaciones de elementos no engranables.

**Capacidad de carga de los engranes.** El análisis y el diseño de engranajes no son más que simples estimaciones aproximadas, antes que estos elementos sean aplicados al trabajo previsto. Los engranajes tienen que recibir su carga plena y ser sometidos a las condiciones dinámicas más cercanas a las que van a operar para tener la seguridad de que desarrollarán el rendimiento previsto, ya que hasta este momento es cuando se puede medir y apreciar la eficiencia del engranamiento, los efectos dinámicos de la carga y el rendimiento general de la caja de engranes. En consecuencia, los modernos diseños de engranajes tienen que basarse, tanto en datos teóricos como en los experimentos prácticos, para tener la seguridad de que el usuario recibe juegos de engranajes de la mejor manufactura y correctamente montados, en sus instalaciones.

El cálculo preciso de la capacidad de carga de un engrane en un proceso extremadamente difícil pues intervienen un gran número de variables, tales como la exactitud del corte de los engranes, errores de montaje, deflexiones elásticas, calidad del material, rigidez del diente, características de la maquinaria acoplada y muchas otras. La gama de tamaños y la precisión del equipo destinado a cortar o tallar engranes, así como las operaciones de fabricación y acabado de los mismos, tienen una influencia determinante sobre las capacidades de carga.

La resistencia límite a la tensión, el límite de elasticidad, las propiedades de fatiga de los probables materiales a emplear y las formas de diseño anormales que pueden fomentar el desarrollo de tensiones internas o afecten las reacciones de los tratamientos térmicos, tienen que ser conocidas. Si se esperan temperaturas o condiciones atmosféricas anormales, tienen que procurarse que el material seleccionado se capaz de soportarlas. Es muy conveniente conocer el módulo de elasticidad cuando se tiene que calcular la durabilidad de las superficies.

**Inspección de engranes.** Para la inspección de la gran cantidad de tipos de dientes de engranes se utiliza una considerable variedad de equipos y técnicas. El campo de la inspección de los engranes puede dividirse en dos categorías generales: la *inspección analítica* de los elementos dimensionales o sean los perfiles, el espaciamiento, el paso, concentricidad y el espesor de los dientes por un lado, y por el otro, la *inspección funcional*, haciendo girar los engranes a verificar en coengranamiento con un engrane patrón o simplemente un engrane procedente de la producción, para verificar sus variaciones de ajuste, grado de sonido, o sus variaciones de operación (mecánica).

### **2.2.5 Métodos de fabricación y de acabado de engranes.**

Las ruedas dentadas para los engranajes pueden hacerse por medio de tallado o corte de los dientes, por fundición a presión o por vaciado y a esmeril. Los dientes pueden ser acabados, rectificándolos a esmeril, por acapellado o pulimentado, o se les utiliza también como cortadores.

Los **engranes fresados** se fabrican mediante fresas cortadoras de forma especial. Una vez que se ha fresado uno de los huecos o espacios entre los dientes, el disco del engrane se fija en la próxima posición de corte. El fresado se puede emplear para el corte en bruto y acabado de los dientes de los engranes rectos, helicoidales y cónicos rectos.

Se pueden **tallar** casi todas las formas de dientes externos, si su espaciamiento está repartido de manera uniforme con relación a un punto central. No es necesario que la forma de sí guarde simetría con su eje individual, pero cada diente o grupo de dientes tiene que ser idénticos a cualquier otro diente o grupo de dientes. Los tipos de piezas de trabajo que pueden ser talladas comprenden engranes rectos, engranes helicoidales, piezas estriadas, dentados rectos (cremalleras), gusanos, coronas para tornillos sin fin y formas especiales.

Tal como el tallado, el **acepillado** es un procedimiento de formación. La herramienta utilizada es en este caso cierto tipo de "piñón", mientras que en el tallado se aplica una herramienta del tipo de "gusano". Por lo regular los dientes de engranes se forman alrededor de discos o tejos redondos. El acepillado se utiliza ya sea como operación de tallado o como una base para las máquinas automáticas destinadas a la producción de engranes en gran escala.

Para cortar cada uno de los espacios interdentes en los engranes que se fabrican a **cizalla**, se emplean matrices de cuchillas, siendo la naturaleza de esta operación similar a la de las punzonadoras. Es un método para la producción de engranes en gran escala, por medio del corte a cizalla de los dientes.

Una de las técnicas más comunes que se aplican en la producción de elementos dentados para engranajes son las **presas troqueladoras verticales u horizontales**. Para trabajar por este procedimiento se requiere una prensa troqueladora equipada con un juego de herramientas "troquel" que tiene la figura idéntica a la del engrane a cortar y que reproducen exactamente su propia forma.

Se dispone de diversos tipos de **métodos de acabados** para mejorar la calidad de los engranes que han sido manufacturados por las operaciones convencionales de corte en bruto y semiacabado, como por ejemplo, el maquinado a fresa o a limadora.

Existen tres métodos para la ejecución del acabado de los dientes de engranes una vez que han sido endurecidos y son, el **esmerilado** es un procedimiento que se puede aplicar para la corrección de errores causados por deformaciones consecuentes del tratamiento térmico, en donde no se han tomado medidas para contrarrestarlas. La **rectificación** y el **pulimentado** son métodos para eliminar cantidades mínimas de material tendientes a perfeccionar el acabado superficial, para ejecutar correcciones mínimas de la forma de los dientes y, en general, para mejorar las características del sonido de los engranajes durante la marcha.

La **rectificación** de los dientes de engranes es, en particular, un método efectivo para la eliminación de mellas y rebabas de las superficies activas de los dientes, después del tratamiento térmico. En combinación con sus cualidades de perfeccionar el acabado superficial y corregir pequeños errores de forma, el procedimiento de rectificación se ha adoptado con rapidez como una operación obligada, que se aplica a todos los engranes después del tratamiento térmico.

### CAPÍTULO 3

#### LOS 14 PUNTOS DE DEMING PARA MEJORAR LA FABRICACIÓN DE ENGRANAJES

W. Edward Deming es un asesor de renombre internacional mejor conocido por su trabajo en el Japón, quien revoluciono la calidad y la productividad japonesas. A la filosofía y a los métodos del Dr. Deming se deben en gran parte el éxito de la industria japonesa actual.

El estilo administrativo del Dr. Deming se trata de una perspectiva filosófica desde la cual el administrador dirige los asuntos de la organización a largo plazo; una perspectiva que también brinda una guía para la acción día a día. Esta filosofía es impulsada por la fuerza de la calidad y gira en torno al mejoramiento incesante de todos los procesos a fin de mejorar la calidad. Además planca la manera de alcanzar una meta propuesta (por ejemplo aumentar utilidades, incrementar la satisfacción de los clientes, aumentar el empleo, etc.) pero no especifica la meta que ha de lograrse.

Cuando se acepta y se vive la filosofía del Dr. Deming, es posible mejorar los procesos de un sistema; habrá entonces menos piezas defectuosas por rehacer y se producirán más artículos de calidad a menor costo. El costo unitario disminuirá y se logrará mayor flexibilidad en los precios. Con una mejor calidad y una mayor flexibilidad en los precios, la empresa podrá captar el mercado. Cuando se capta el mercado la demanda aumenta, suben las utilidades y se generan empleos nuevos y más seguros. Hay fondos para mejoramiento, investigación, desarrollo y personal.

Esta filosofía no es solución de problemas, administración participativa, círculos de calidad, empleo vitalicio, automatización/robótica, ni otras *técnicas* que se pueden aprender en un seminario de un día o adquirir en un seminario de dos horas. Es una visión total y un modo de vida organizacional que ha de aprenderse, reaprenderse y refinarse con el tiempo y dentro de un medio propicio. Sólo entonces podrán la organización y los miembros del sistema cosechar los enormes beneficios que ella trae.

Los métodos del Dr. Deming incorporan el uso de herramientas estadísticas y un cambio monumental en la cultura de la empresarial. Ambos son importantes para la ejecución de su filosofía. El Dr. Deming ha esbozado sus métodos para alcanzar la calidad y la productividad en sus "Catorce Puntos para la administración". Esto puntos en conjunto ofrecen un marco para la acción y le dan a la administración la base sobre la cual puede formular un plan cuando falta experiencia en determinado asunto. La aceptación y la comprensión de los Catorce Puntos llevará a un compromiso por parte de la administración en el sentido de modificar su modo de pensar y de actuar.

A continuación se analizarán cada uno de los puntos para una organización que se dedica a la fabricación de engranes, es decir, a productos.

*1. Se debe ser perseverante en el propósito de mejorar el producto y el servicio. Esto se logra sólo con un plan diseñado para ser competitivo y para que el negocio permanezca activo por tiempo indefinido, proporcionando empleos.*

La administración se encuentra con dos tipos de problemas: los que se refieren a la situación actual de la compañía y los de mediano y largo plazo. Son problemas del primer tipo, por ejemplo, el cuidado que la administración tiene de mantener la calidad de los productos que van saliendo día a día, y de ver que la producción no exceda demasiado a las ventas inmediatas, el presupuesto, el empleo, las ganancias, las ventas, el servicio, la relaciones públicas, etc. Los problemas referentes al futuro de la compañía tiene que ver principalmente con la perseverancia en el propósito de mejorar la posición competitiva de la empresa, a fin de asegurar que esta permanezca activa por tiempo indefinido proporcionando, por consiguiente, empleo a los trabajadores.

Las organizaciones empresariales se componen de mano de obra, métodos, materiales y máquinas. Estos elementos constituyen el sistema y su proceso dentro de la organización. Ahora bien, bajo la filosofía de Deming el proceso de la empresa se amplía para incluir a los proveedores, los clientes, los inversionistas y la colectividad. Esto se conoce como el *proceso ampliado*. El **consumidor** es el elemento más importante en el proceso ampliado porque la meta final es satisfacerlo. Por esta razón se hacen investigaciones de los consumidores a fin de concebir y diseñar sus productos; además 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. Sin embargo, la investigación no se detiene allí. Es un proceso continuo que determina cómo se comportan los productos y que especificaciones nuevas le darían mayor satisfacción a la clientela. Para que la firma produzca artículos de calidad, no sólo tiene que sobrepasar las especificaciones de los clientes sino que ha de comunicar esas necesidades a sus **proveedores**.

Los administradores deben comprender tres tipos de calidad a fin de que puedan mejorar el proceso ampliado. Estos son: (1) calidad del diseño/rediseño, empieza con la investigación de los consumidores, el análisis de las ventas y el de las visitas de servicio, y lleva a la determinación de un prototipo que satisfaga las necesidades del consumidor y además que sea útil en el futuro. Luego elabora especificaciones para el prototipo; éstas se difunden por toda la empresa y se les suministran a los proveedores. (2) calidad de la conformidad es la medida en que una empresa y sus proveedores pueden sobrepasar las especificaciones del diseño para que suplan las necesidades de sus clientes; y (3) calidad del desempeño es la determinación, mediante investigaciones y análisis de las visitas de ventas y servicio, de cómo los productos o servicios de la empresa se están comportando en la práctica. La calidad del desempeño lleva a la calidad del rediseño y así prosigue el ciclo de mejoramiento incesante.

Se debe diseñar un plan a seguir para tener un marco de referencia y entrar al ciclo de mejoramiento continuo, esta es una tarea larga y ardua. Debe estar dirigido por la administración superior que es la encargada de prepararla. Sin embargo, debe haber lugar para un aporte sustancial de los empleados, los accionistas, los administradores de nivel inferior, los proveedores, los clientes y la colectividad (ciudadanos). Una vez redactado el plan a seguir, los encargados de prepararla deben someterla a análisis, crítica y modificación. Terminado el plan, éste se difundirá entre los grupos antes mencionados y éstos podrán hacer su aporte para el

cambio. Recuérdese que el desarrollo de este plan puede tomar años; y bien utilizada, se estará revisando constantemente.

A continuación se muestra un *plan diseñado para la fabricación de engranes* consecuente con la filosofía Deming:

El plan de la organización es mejorar continuamente la calidad de nuestros productos a fin de satisfacer las necesidades de nuestros clientes. Esto se logra generando un ambiente propicio para que todos en nuestro proceso ampliado cooperen en la búsqueda de esta meta. Nos permitirá aumentar la producción, mejorar nuestra posición competitiva en el mercado, ofrecer una ganancia razonable a nuestros accionistas, asegurando nuestra existencia en el futuro y brindar empleo estable.

La administración superior encabezará este esfuerzo de largo plazo acogiendo y poniendo en práctica los 14 puntos del método del Dr. Deming.

En la filosofía operacional de la organización entran en juego los siguientes factores críticos:

**Personal.** Creemos que los empleados de esta organización son recurso valioso y duradero. Apoyaremos y propiciaremos las contribuciones de los empleados y su crecimiento personal. Creemos que todo empleado tiene derecho a la dignidad, al respeto, al reconocimiento, a la capacitación apropiada y a la supervisión, así como a la remuneración justa. Cooperaremos para establecer un ambiente de trabajo positivo en el cual:

- \* Se acentúe el trabajo en equipo.
- \* La detección de defectos sea sustituida por la prevención de éstos, a fin de aproximarnos al mejoramiento incesante del proceso.
- \* La capacitación sea un proceso continuo para todos los empleados.
- \* Se anime a los empleados a participar en el mejoramiento incesante del proceso.
- \* La responsabilidad y la autoridad se deleguen lo más cerca posible a quienes estén cumpliendo el trabajo. Pensamos que esto ayudará a generar un ambiente propicio para la iniciativa, la innovación y la toma de riesgos necesario para el desarrollo del empleado.
- \* Las vacancias se llenen con empleados de esta misma organización cuando haya personal disponible que posean el talento apropiado y ello esté de acuerdo con las metas a largo plazo del empleado.
- \* Se ofrezca un ambiente propicio para la seguridad continua en el cargo para todos los empleados. Los empleados deben identificarse con la empresa y participar en ella hasta la jubilación y después de ésta.
- \* Se tomarán todas las medidas necesarias para brindar un ambiente de trabajo sano y seguro para los empleados. Las metas y las políticas de la organización se comunicarán periódicamente a los empleados a fin de avivar en éstos su obligación de comunicar libremente sus ideas, opiniones, preguntas e inquietudes. La administración hará todos los esfuerzo por responder.

**Clientes.** Creemos que nuestra existencia futura depende de que los clientes estén satisfechos con nuestros productos y servicios. Por lo tanto:

\* Nuestra meta es que la clientela nos reconozca como un proveedor innovador, de alta calidad y bajo costo. Esto exige una comprensión cabal de las necesidades actuales y futuras de nuestros clientes.

\* Formaremos relaciones de largo plazo con los clientes y animaremos a los empleados a interesarse por las necesidades de los clientes. Esta participación puede mejorar el producto actual y estimular el desarrollo de nuevos productos y de nuevas tecnologías.

**Proveedores.** Creemos que los proveedores son parte del compromiso que tiene la organización con el mejoramiento incesante. Con nuestros proveedores estableceremos relaciones a largo plazo, que se basen en la confianza y, si es apropiado, que sean únicas, y exigiremos de ellos evidencias estadísticas de calidad.

**La comunidad.** La organización no ahorrará esfuerzos por ser un buen elemento de la comunidad. Por lo tanto haremos lo siguiente:

- \* Nuestro trato con los clientes, el gobierno, los proveedores, los vecinos y el público en general será en todo momento justo, ético y profesional.

- \* Seremos una influencia positiva en nuestra comunidad animando a nuestros empleados a tomar parte en el gobierno local y en los asuntos de la comunidad y dando nuestro apoyo a las causas de está.

- \* Cumpliremos todas las leyes y los reglamentos relacionados con nuestro negocio, y realizaremos programas activos para garantizar el cumplimiento de las disposiciones en materia de monopolios, salud y seguridad, igualdad de oportunidades y normas ambientales.

- \* Daremos a conocer mejor nuestras operaciones entre la colectividad.

**Inversionistas.** Nos hemos obligado a mejorar incesantemente la calidad y la posición competitiva. Procuraremos sobrepasar las necesidades de nuestro clientes y así alcanzar el éxito como empresa, asegurar nuestra existencia a largo plazo y ofrecer ganancias razonables a nuestros accionistas.

**Planeación.** Como se busca permanecer en el mercado por tiempo indefinido es nuestra obligación la de **innovar**, es decir, el de buscar nuevos productos y servicios que tengan mercado y que ayuden a la gente a vivir mejor, esto implica considerar, (1) nuevos materiales que en el futuro se van a necesitar y su posible costo, (2) posibles cambios en el equipo y en los métodos de producción y, (3) nuevas habilidades y, por consiguiente, recentrenamiento del personal, etc. Con la innovación fortaleceremos nuestro futuro.

Abogamos por la planeación a largo plazo. Toda decisión a corto plazo se amoldará a los objetivos a largo plazo. Todas las personas afectadas por la planeación deberán participar en ella. Deben tomarse en cuenta las necesidades a largo plazo de los empleados, los clientes, los proveedores, la colectividad y los inversionistas. Nuestro compromiso con el futuro implica balancear las necesidades de estos cinco grupos a largo plazo.

*2. Estamos en una nueva era económica. No podemos seguir conviviendo con los niveles comúnmente aceptados de demoras, errores, materiales defectuosos y mano de obra deficiente. Por esto es necesario adoptar la nueva filosofía.*

La competitividad va en aumento día tras día. Esto significa que a largo plazo los permanecerán en el mercado las compañías o instituciones que a menos costo ofrezcan mayor calidad en sus productos o servicios: lo cual implica que se debe trabajar sin los errores que aumentan el costo de producción y que repercuten en el precio del producto terminado. Por estas razones no podemos seguir conviviendo con los niveles comúnmente aceptados de errores, defectos, materiales inapropiados para el trabajo, gente en el cargo que no sabe cual es el trabajo y que teme preguntar, servicio desatento y malhumorado, daños por mal manejo, administradores que no comprenden su trabajo, métodos anticuados de capacitación para el cargo, supervisión inadecuada e ineficaz.

Un error frecuente entre los administradores es pensar que si se pretende aumentar la productividad, la única manera de lograrlo es aumentar la cantidad, reducir los costos o ambas cosas. Se mostrará con el siguiente ejemplo que esto es un desatino y que la manera de aumentar la productividad es mejorar la calidad. Digamos que esta compañía produce 100 artefactos por hora. Sin embargo, de estas 100 unidades el 20 % son defectuosas. Estos han sido los índices de producción y de defectos que han imperado en los últimos 10 años. De repente, la junta directiva exige que la administración superior incremente la productividad en un 20%. El mandato se les comunica a los empleados, y se les informa que en vez de fabricar 100 artefactos por hora, la empresa deberá fabricar 120. Los empleados, algunos de los cuales llevan 10 años en la empresa, se muestran temerosos. Tiene que cumplir con las nuevas exigencias, pero no se imaginan cómo lo harán puesto que ya se están esforzando al máximo. Estos reaccionan ante la tensión haciendo un trabajo chapucero a fin de cumplir las nuevas cuotas. Como nada ha cambiado en el sistema - es decir, máquinas, materiales de insumo o capacitación, la responsabilidad total por la producción de más artefactos recae sobre los empleados. Estos se esfuerzan por cumplir. Quieren conservar su empleo y saben que si no cumplen, los reemplazarán. Se sienten frustrados porque no pueden aumentar su ritmo de producción, de modo que trabajan más velozmente pero sin cuidado. No sujetan bien las piezas en las mesas de trabajo, no pulen las piezas perfectamente. La presión que los obliga a aumentar la productividad ha generado tensiones, frustración y temor. También ha generado un índice de defectos del 25% y ha aumentado la producción solamente a 104 unidades, o sea 78 artefactos buenos en una hora, lo cual es menos de los 80 originales. Los administradores se sienten frustrados al no saber qué hacer, entonces siguen culpando a los empleados e inclusive despiden a algunos. El ánimo de los empleados decae a su nivel más bajo, el ausentismo por enfermedad alcanza un nuevo tope, los empleados llegan al trabajo bajo los efectos del alcohol y las drogas, y las condiciones se deterioran.

Este ejemplo demuestra la antigua manera de concebir la productividad y la calidad; es decir, para que aumente la productividad es preciso que la calidad sufra. Bajo la nueva filosofía la productividad aumenta, si la calidad mejora. Así los costos unitarios se reducen y los precios bajan. La posición en el mercado se fortalece, y se puede asegurar la existencia de la empresa por

largo tiempo. Se podrá ofrecer empleo estable y se dispondrá de fondos para la innovación, la capacitación, la educación y la satisfacción de los inversionistas y clientes. Además los empleados estarán orgullosos de su trabajo.

La calidad debe definirse como "sobrepasar las necesidades y las expectativas del cliente a lo largo de la vida del producto". Al definir lo que se entiende por calidad, se crea una base común de entendimiento y se aclara lo que se espera de cada uno. Esto puede facilitar la difícil tarea de modificar actitudes de la gente.

Se debe establecer una estructura que ayude a identificar y eliminar las barreras que impiden alcanzar la calidad.

*3. Hay que acabar con la inspección masiva. En su lugar debemos exigir evidencia estadística de que el producto o servicio, desde los primeros pasos, se hace con calidad. Esto elimina la necesidad de la inspección masiva.*

La inspección masiva es una rutina planeada para los casos en los que se reconoce que no es posible hacer correctamente las cosas. Es costosa y superflua. Sólo tiene razón de ser, cuando se aplica a partes o ensambles verdaderamente críticos.

La inspección masiva consiste esencialmente en revisar los artículos sin tener en cuenta cómo fabricarlos mejor, cómo racionalizar el proceso, o cómo lograr mayor calidad dentro del marco de la filosofía de Deming. Esta es una pérdida de tiempo. Nosotros buscamos, en cambio, el mejoramiento incesante del proceso y un compromiso de examinar el proceso a lo largo del tiempo, es decir, *si no se hacen las cosas bien la primera vez, entonces ninguna cantidad de pruebas o inspecciones nos hará productivos*. En la nueva filosofía, es esencial pasar de la detección de defectos (inspección) a la prevención de defectos y al mejoramiento incesante. A medida que la inspección disminuye gracias al mejoramiento del sistema, el esfuerzo de inspección masiva puede dedicarse más bien al mejoramiento adicional, con lo cual se genera una espiral de calidad.

La inspección masiva es un obstáculo que impiden la relación continua y mutuamente benéfica entre la empresa y el proveedor. Esta relación es crucial para la aplicación de los métodos del Dr. Deming. Lo importante es conocer los procesos y los niveles de calidad del otro y trabajar en equipo.

El Dr., Deming aboga por un plan que minimiza el costo total de los materiales que llegan y del producto final. Expresada en forma sencilla, la norma es: inspeccionar todo o nada. Su fundamento lógico es la evidencia estadística de calidad. Para mayor información ver el libro del Dr. Deming, *Quality, Productivity, and Competitive Position*. La evidencia estadística nos ayuda a decidir si al lote se le aplica una inspección del 0% o del 100%, es decir, si el porcentaje de piezas defectuosas que llegan es muy bajo, el costo de inspeccionar una pieza que llega es alto, y el costo de que la pieza defectuosa entre en la producción es bajo; por lo tanto, no se requiere inspección. El razonamiento es que las piezas que llegan defectuosas no implican un riesgo o perjuicio grande; por otro lado, si el porcentaje de piezas defectuosas que llegan es alto, el costo

de inspeccionar una pieza que llega es bajo, y el costo de que la pieza defectuosa entre en la producción es alto; por lo tanto, se debe hacer inspección del 100%. La lógica es que las piezas que llegan defectuosas implican un alto riesgo y perjuicio. Para el caso en el que la evidencia estadística no proporcione suficiente información, de se debe decidir si se hace una inspección del 0% o del 100% en base a los antecedentes de ésta, y por razones de seguridad se debe hacer una inspección del 100%.

*4. El precio sólo tiene sentido cuando hay evidencia estadística de calidad. Se debe acabar con la práctica que usa como criterio de compra sólo el bajo precio. Lo importante es minimizar el costo total. Es preferible tratar con un número reducido de proveedores con los que se haya creado una relación duradera, leal y confiable.*

En este tiempo 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. Por consiguiente, no se debe preferir al proveedor que ofrezca el mejor precio, sino a aquél 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 consciente de que, en algunas circunstancias, los materiales en sí pueden ser excelentes y, sin embargo, no ofrece 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 deben recomendarlos o no.

Establecer relaciones duraderas entre proveedores y encargados del departamento de compras trae consigo grandes ventajas mutuas. El proveedor puede planear 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 el único proveedor.

Los gerentes de compras deben aprender a 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 compras, sobre los instrumentos estadísticos que dan evidencia de la calidad. Así podrán éstos hablar el mismo lenguaje con quienes les ofrece sus productos basados en la evidencia estadística. En la compra de los insumos, la confianza y la 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 una norma la evidencia de la calidad a través de instrumentos estadísticos requiere tiempo, cooperación, paciencia y muchas horas de entrenamiento.

*5. Hay que estar mejorando constantemente y para siempre el sistema de producción y de servicio, para mejorar la calidad y la productividad y para abatir así los costos.*

Los administradores piensan que no habría problemas en la producción o en el servicio si los trabajadores cumplieran con su labor tal como se les enseñó. La realidad es otra: los trabajadores están maniados por el sistema, que es responsabilidad de la administración. La administración es responsable de todo el sistema y de todos sus procesos.

El propósito de la calidad debe estar presente desde la etapa del diseño. Sería demasiado tarde querer introducir la calidad en etapas posteriores. Por eso, es tan importante que el diseño del producto sea el resultado de un trabajo en equipo. Además, 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 del sistema 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".

Los intentos de la administración por mejorar el proceso tienen que comenzar con definiciones precisas de las especificaciones, los productos/servicios, los cargos, etc. Tales definiciones carecen de sentido si no conducen a una mayor comunicación entre las partes. Las definiciones operacionales son definiciones que le permiten a la gente conducir los asuntos de la empresa. Son requisitos previos para que haya entendimiento entre la empresa compradora y el proveedor, entre la administración y la fuerza laboral, entre los inspectores y los trabajadores, etc. Tienen que significar lo mismo para todas las partes, a lo largo del tiempo. Las definiciones operacionales fijan un lenguaje para el mejoramiento del proceso. Una definición operacional le da a las especificación un significado comunicable. Las especificaciones tales como *defectuoso, seguro, redondo, 12 centímetros de longitud, etc.* carecen de significado comunicable mientras no se hayan definido operacionalmente en función de un criterio, una prueba y una regla de decisión. Para que el mejoramiento del proceso pueda seguir adelante, es necesario que todos estén de acuerdo en la definición operacional.

La variación de un proceso (o productos/servicios) es natural; es de esperar. Pero es un animal salvaje que debe controlarse. En todo proceso hay dos tipos de variación: la *especial* y la *común*. La variación especial se debe a una causa asignable o específica. Por ejemplo, si un

operario nuevo descubre una máquina de cortar varillas, el resultado será una variación especial. Las variaciones comunes se encuentran en todas las partes de un proceso, en todo el departamento y en toda la empresa. Puede generar costos altos y productividad y calidad baja. Como los trabajadores no pueden hacerse responsables de los problemas del sistema, los administradores deberán saber cómo identificar las causas de variación especial y común a fin de saber cuándo y cómo actuar en el proceso. La única manera de identificar las causas de variación común y especial en un proceso es mediante señales estadísticas generadas por *Gráficos de Control*.

Los métodos estadísticos son especiales en el esfuerzo por alcanzar el mejoramiento incesante; éstos se expondrán en un capítulo posterior de este trabajo. A fin de participar en la transformación, todos los funcionarios de la organización tendrán que aprender técnicas básicas bajo la orientación de un experto en estadística. Sin embargo, para que se puedan emplear métodos estadísticos es necesario que el ambiente de la empresa demuestre la nueva dedicación a la calidad, así como una perspectiva de largo plazo y una creciente confianza entre los administradores y los trabajadores. Esto puede ser un proceso sumamente difícil y laborioso.

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, entrenarle 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 regresa al punto en el que 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, y hasta que grado han progresado en su educación para lograr mayores satisfacciones en su vida. Se necesitará tiempo, probablemente un año o más, para que todos tomen conciencia de la nueva filosofía y empiecen a confiar en la nueva actitud.

#### *6. Hay que poner en práctica métodos modernos de entrenamiento.*

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. En Japón se llega a la administración después de haber recorrido durante un buen lapso de tiempo los diferentes puestos que permiten conocer a fondo la empresa. Sus administradores conocen, pues, por propia experiencia los problemas de la producción.

La capacitación se ha convertido en un proceso muy costoso y laborioso. La pregunta es si todo ello vale la pena. Ciertamente los trabajadores necesitan capacitación para cumplir bien sus funciones. Sin embargo, la capacitación tal como se imparte hoy requiere una transformación total. Debe integrarse dentro de la filosofía y estar guiada por la nueva actitud. Muchas veces los administradores utilizan la capacitación como solución para un problema y no como una metodología continua e íntegra para el crecimiento y el desarrollo de los empleados. En nuestra filosofía, los empleados son nuestro activo más importante. Debemos comprometernos a dedicar

tiempo, esfuerzo y dinero para prepararlos, a fin de que puedan adoptar la filosofía de la organización y efectuar su trabajo correctamente, y luego evaluar si están o no están alcanzando sus objetivos personales y los de la organización.

Cuando un nuevo empleado se vincula a la compañía, se le debe orientar en la filosofía empresarial de compromiso con el mejoramiento incesante. Todos los empleados deben recibir instrucciones acerca de los Catorce Puntos inicialmente, aunque esto será un proceso continuo. También se les debe familiarizar con las metas de la organización, ¿cómo podemos pretender que los empleados trabajen con nosotros para alcanzar las metas de la organización si ignoran cuáles son estas metas? La capacitación debe demostrarles que ellos son parte importante del equipo. Esta capacitación inicial puede ayudarle al nuevo empleado a sentirse más cómodo y sereno en una situación difícil.

En el nuevo sistema, necesitan recibir capacitación para desempeñarse en su cargo, pero la definición de su "cargo" es mucho más amplia, pues incluye familiarizarse con el producto o servicio de la empresa y con las características de calidad con él asociadas. Esto significa que los empleados deben comprender las definiciones y las especificaciones operacionales a fin de cumplir su labor. Los empleados necesitan tener una idea global de lo que se está haciendo, y no limitarse a aprender las partes específicas que corresponden a su cargo.

Uno de los desperdicios más importantes que puede haber en una organización consiste en desaprovechar las habilidades del personal. Esto provoca frustración en las personas, lo cual tiene efectos perniciosos en el rendimiento del trabajador.

Generalmente es necesario reformar totalmente los programas de entrenamiento, pues éste se da en forma muy deficiente y con instrucciones difíciles de comprender. Son necesarios los métodos estadísticos para saber cuándo se ha terminado la capacitación y también sirve para determinar la capacidad del trabajador. Los cuadros de control le indican al empleado si tiene control o no. En caso negativo, le conviene proseguir su capacitación. Una vez logrado el control estadístico, los empleados pueden dedicarse al mejoramiento incesante. Sin embargo, si los trabajadores han alcanzado el control estadístico, entonces la capacitación adicional no va a mejorar su desempeño ni va a modificar la capacidad del proceso.

En la filosofía Deming, el recurso de largo plazo más valioso de una empresa es su gente. Ningún otro activo de la empresa mejora con el tiempo como un empleado. La gente quiere desempeñarse bien, pero tiene que entender cuál es su trabajo y sentirse parte del proceso ampliado. Los métodos modernos de capacitación ayudan a crear el nuevo ambiente empresarial y ofrece la actitud positiva que es necesaria para competir y tener éxito en la nueva era económica. La capacitación se establece para ayudar al trabajador a tener éxito y mejorar su desempeño, y no para que el trabajador fracase y se desanime. Una forma de evaluar la capacitación es considerando a los empleados que se entrenan como los clientes, y los instructores son los proveedores dentro del proceso. Los segundos necesitan que los primeros les hagan saber si se han satisfecho sus necesidades o no.

### *7. Se debe de administrar con una gran dosis de liderazgo.*

La administración debe distinguirse por su capacidad de liderazgo. Debe convertirse en promotora del mejoramiento y hacer que las características de calidad prescindan 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. Los supervisores deben ser capacitados en los métodos estadísticos para que les puedan ayudar a los empleados en el logro del control estadístico y en la búsqueda del mejoramiento incesante. Los supervisores pueden entonces capacitar adecuadamente a los empleados y saber en que momento se completa esa capacitación.

En vez de concentrarse en lo negativo, de accechar y de buscar los errores de cada individuo, los supervisores deben esforzarse por crear un ambiente positivo y de apoyo en el cual sus relaciones con los empleados sean libres de temores y desconfianza. El elemento clave de una buena supervisión es forjar una relación así. Dentro de este marco, el empleado tendrá una actitud abierta al aprendizaje, al desarrollo, a la crítica, a la ayuda y al cambio. El Dr. Deming afirma: *El propósito de la supervisión debe ser mejorar el desempeño del hombre y de la máquina, aumentar la producción y simultáneamente aligerar la carga del trabajador de producción, hacer su trabajo más interesante y también más productivo.*

Los objetivos de la supervisión serán:

- a) Promover la capacitación,
- b) Eliminar barreras,
- c) Crear un ambiente en que el trabajador pueda sentirse orgulloso de su trabajo,
- d) Mostrarles a los trabajadores qué papel les corresponde a ellos cumplir en el proceso ampliado,
- e) Hacer hincapié en la calidad y
- f) Colaborar en le mejoramiento del trabajador.

Para que la naturaleza dela supervisión se transforme, es preciso que los trabajadores le den una oportunidad al nuevo sistema. Tienen que estar dispuestos a confiar en el nuevo ambiente y en las nuevas políticas, a aprender técnicas nuevas y desarrollar una manera diferente de relacionarse con sus supervisores. Los administradores y los supervisores deberán hacer el primer esfuerzo por demostrar su comportamiento con la nueva filosofía. La supervisión es un eslabón crítico entre la administración superior y los trabajadores. Los supervisores, en esencia, representan a la administración superior puesto que los trabajadores rara vez tienen contacto con ésta.

### *8. Se debe eliminar el miedo en el trabajo.*

Imaginemos lo que sería despertarnos cada mañana y disponernos a ir a un lugar que nos hacen sentir inseguros, ansiosos, temerosos e insuficientes. Lo hacemos día tras día, año tras año. La situación comienza a tener efectos nocivos. Los niveles de tensión aumenta, la salud se deteriora, las relaciones de familia sufren, el desempeño en el trabajo se empeora y terminamos en un estado de agotamiento nervioso. El trabajo para muchas personas es una experiencia

desagradable, no necesariamente porque no les gusta lo que *hacen* sino por el ambiente en que lo hacen. Un elemento crítico en este ambiente negativo es el temor. Un empleado en mal estado de salud no puede participar en el mejoramiento de la calidad y la productividad. Está demasiado ocupado en tratar de resolver sus propios problemas.

Ninguno puede dar lo mejor de sí cuando no se siente seguro y mientras no supera el miedo en cualquiera de sus manifestaciones: miedo de expresar sus propias ideas, de preguntar, etc. El miedo implica siempre una pérdida económica. Un empleado que participa del ambiente de temor presenta desánimo, mala productividad, represión de la creatividad, renuencia a asumir riesgos, comunicación ineficaz y escasa motivación para laborar por el bien de la empresa. Por lo tanto, el temor del empleado es importante no sólo para el individuo sino también para los supervisores y para la organización.

El temor emana de una sanción general de impotencia ante alguien (un administrador) o algo (la organización) que ejerce control sobre aspectos importantes de nuestra vida. La naturaleza de una jerarquía es tal, que favorece a los del nivel más alto, y todos en la organización se percatan de ello. Algunos de los elementos específicos del sistema pueden acentuar el temor que existe en virtud de nuestra posición dentro de la empresa. Estos son: (1) posibilidad de perder el empleo, (2) posibilidad de sufrir daños físicos, (3) evaluación del desempeño, (4) ignorancia de las metas de la empresa, (5) fracasos en la contratación y la capacitación, (6) mala supervisión, (7) falta de definiciones operacionales, (8) desconocimiento del cargo, el producto o las especificaciones, (9) incumplimiento de cuotas, (10) reproches por problemas del sistema, (11) malos procedimientos de inspección.

El temor en el sistema no se limita a los trabajadores de línea. Los supervisores y los administradores abrigan muchos de los mismos temores, al igual que otras personas; por ejemplo, temor a perder la posición debido a una reorganización, y a las decisiones erradas. Dentro del proceso ampliado, los proveedores también sufren temores. Temen la cancelación de pedidos, verse obligados a aceptar precios inferiores y perder clientes. Los clientes temen que el proveedor se aproveche de ellos en el precio o en la calidad, temen no tener medios para solucionar problemas, y perder sus recursos.

El conocimiento es un elemento muy importante que nos ayuda a hacer cada vez mejor nuestro propio trabajo. Si embargo, es muy frecuente poner resistencia a adquirir nuevos conocimientos, lo cual se debe a un orgullo personal mal entendido.

Muchos administradores utilizan su poder para intimidar, en vez de esforzarse por eliminar el temor en la organización. Se les ha preparado y reforzado para creer que la mejor manera de lograr que los demás hagan algo es aplicar el poder coercitivo. Los trabajadores piensan que si no cumplen, se les sancionará. Estos cumplen a cualquier costo con lo que se les pide, sin importar que los materiales sean los apropiados o que las maquinas operen correctamente. Históricamente, el comportamiento de los administradores que fomentó un clima de temor fue el factor que dio origen a la formación de sindicatos laborales. Los trabajadores acogieron a los organizadores sindicales porque temían por su empleo, su salud, su sustento y la explotación continua de la administración.

Algo que ayuda a eliminar el temor es fijar metas a largo plazo consecuentes con la nueva filosofía. La erradicación del temor implica administrar para el éxito. La administración les ofrece a los trabajadores una capacitación adecuada, buena supervisión y herramientas apropiadas para cumplir su labor. La administración mide el desempeño con justicia, utilizando gráficos de control para distinguir entre los problemas del sistema y los del trabajador. Las personas reciben trato digno y el temor se erradica del ambiente. Cuando todos estos elementos se conjugan, la gente se muestra dispuesta a colaborar con la administración por el bien común y a participar en el éxito de la empresa.

*9. Deben eliminarse barreras interdepartamentales. Todos deben trabajar como equipo para prever los problemas y resolverlos.*

Dentro de un proceso ampliado hay barreras en muchas partes. Internamente existen dentro de la estructura organizacional y entre los niveles jerárquicos; externamente existen entre la empresa y otros elementos del proceso ampliado. La estructura organizacional interna da origen a barreras entre departamentos y barreras entre áreas del departamento. La competencia, los rencores personales, las diferentes maneras de mirar un problema y las diferentes prioridades constituyen barreras frecuentes que obstaculizan la comunicación entre los departamentos y entre las áreas de éstos.

Las barreras se deben a muchos factores o combinaciones de factores. Cada organización tiene sus propias causas de barreras, pero las que se mencionan aquí son comunes a la mayoría de las empresas o entidades.

1. *Mala comunicación o ausencia de la misma.* La mala comunicación puede presentarse entre departamentos, en el interior de un departamento, entre jefes y subalternos o dentro del proceso ampliado. Esto crea barreras por que la gente se siente excluida, confundida, atemorizada o menospreciada.

2. *Desconocimiento de las metas y la misión general de la organización.* El desconocimiento conduce a la búsqueda de metas individuales de los departamentos o de las áreas, en vez de realizar un esfuerzo por el bien común.

3. *Competencia entre departamentos, turnos o áreas.* A menudo la administración fomenta la competencia como medio para motivar a los empleados. En realidad, el resultado es un empeoramiento del desempeño de todos.

4. *Decisiones o políticas confusas y que requiere interpretación.* Si la administración superior deja incógnitas que los administradores de los niveles inferiores y los supervisores deban solucionar, el resultado seguramente serán conflictos y barreras que surgirán por las diferencias de opinión.

5. *Demasiados niveles administrativos que filtran la información.* El exceso de niveles puede dar lugar a un juego de "teléfono", en que el mensaje original llega a la última persona en forma totalmente irreconocible.

6. *Temor a las evaluaciones del desempeño.* Los supervisados jamás pueden ser totalmente sinceros con los supervisores, pues tienen que ocultar las fallas a fin de lograr una buena calificación.

7. *Cuotas y normas de trabajo.* Las cuotas y las normas hacen que los individuos, las áreas o los departamentos acaparen recursos a fin de cumplirlas.

8. *Diferencias entre departamentos.* Los contadores, los ingenieros, los funcionarios de producción y los comercializadores, por ejemplo, hablan diferentes idiomas y tienen diferentes culturas laborales. Entre estos grupos hay normas de comportamiento distintas que dificultan la comunicación.

9. *Celos por las posiciones y los salarios.* Los celos dan origen a barreras porque los profesionales y los paraprofesionales suelen cumplir algunas funciones en común, pero se les paga por ello sueldos muy diferentes y la organización les asigna diferentes grados de respeto y posición.

10. *Rencores personales y problemas interpersonales.* Algunas personas sencillamente no se entienden con otras. Entre los humanos siempre habrá conflictos que pueden surgir de un antiguo rencor porque el otro fue preferido cuando hubo un ascenso o bien por hábitos irritantes de algún colega o porque el jefe del departamento se parece a un hermano que nos cae muy mal.

El personal de investigación, diseño, compra de materiales, recepción de materia prima, ventas y producción 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. Cada una de esas personas tiene su cliente respectivamente, esto es, la persona que debe elaborar el producto con el material que aquella le ha entregado. No hay razón para no tomar contacto con este cliente, para dedicarle tiempo, para conocer sus problemas y para escucharlo.

La erradicación de barreras exige una perspectiva de largo plazo. Estas barreras se levantaron en un lapso largo y para eliminarlas se necesitarán tiempo y paciencia. El cambio de actitudes será un proceso constante e ininterrumpido en la empresa que sigue la filosofía Deming. Las actitudes que se deben cambiar a fin de eliminar barreras son: (1) identificarse con metas departamentales especializadas y no con las metas unificadoras de la organización, (2) considerar la empresa como una entidad aislada y no como un proceso ampliado, y (3) el trabajo individualizado en vez de la cooperación en equipo. Los miembros de las organizaciones tienen que empezar a hablarse, a confiar unos en otros y a cooperar. La administración superior y los supervisores deben dar ejemplo de tal comportamiento, teniendo sus oficinas abiertas, poniéndose a disposición de los empleados y participando en la interacción cotidiana con éstos. La meta final de mejorar la calidad incesantemente en todo el proceso ampliado tendrá que prevalecer sobre las diferencias, los celos, la competencia, y la protección de territorios.

Las personas de diseño, de ingeniería, de producción y de ventas, si trabajan en equipo, pueden realizar importantes mejoras en el diseño del producto, en el servicio, en la calidad y en la reducción de costos. A tales equipos se les podría denominar *círculos de control de calidad* a nivel gerencial. Es preciso darles a los empleados la oportunidad de compartir sus conocimientos y sus opiniones sobre la manera de organizar los equipos a fin de alcanzar las metas organizacionales. De esta manera, ellos sentirán y se convencerán que el éxito de la nueva estructura es algo que les conviene. Trabajar en equipo será una experiencia nueva para muchos. Carecerán de la capacitación y de un modelo de trabajo en equipo que pudieran imitar. Por lo tanto, será muy importante darles capacitación para el éxito del trabajo en equipo.

*10. Se deben eliminar a los trabajadores las metas numéricas arbitrarias, carteles y lemas para la fuerza de trabajo que busquen nuevos niveles de productividad sin ofrecer métodos.*

Los errores en su mayoría no provienen de los trabajadores, sino del sistema mismo; por esto, es muy frecuente que dichas amonestaciones generen frustraciones y resentimiento. Más que exhortaciones lo que los trabajadores necesitan es que la administración les trace la ruta segura a seguir para mejorar la calidad y la productividad.

Las campañas de exhortaciones y los letreros tienen generalmente como efecto inmediato un ligero aumento en la calidad y productividad y la eliminación de algunas causas obvias de defectos. Sin embargo, con el tiempo cesa la actitud positiva con que los trabajadores reciben dichas exhortaciones; en ocasiones, surge una actitud contraria al mejoramiento.

Cuando se le propone al obrero mayores metas numéricas de producción, él piensa que la administración nunca está satisfecha con el esfuerzo realizado. Por eso, dichos posters no ayudan a mejorar el trabajo. Es diferente el caso de los posters que exponen lo que la dirección hace mes por mes, con el fin de mejorar el sistema y de incrementar la calidad y productividad con un trabajo más inteligente. Estos letreros suben la moral de los trabajadores, pues a través de ellos se dan cuenta que la administración se hace responsable de los defectos que acontecen.

Una de las obligaciones de la administración será fijar metas que tengan sentido. Esto se iniciará al desarrollar un plan diseñado para la competitividad y se irá perfeccionando de tal modo que cada empleado de la organización sepa cómo se relaciona su trabajo con las metas generales de la empresa.

#### *11a. Hay que eliminar las cuotas numéricas. Sustitíyalas por liderazgo.*

Es normal que la administración necesite tener los elementos necesarios para predecir los costos, lo cual supone conocer las cuotas de producción por trabajador. Se trata de una cuota promedio, ya que la mitad de los trabajadores estará abajo de este promedio, y la otra mitad arriba.

Los estándares de trabajo y las cuotas pueden tener efectos muy perjudiciales sobre la empresa, la administración, los empleados y, desde luego, los clientes. Estos no son una guía para el mejoramiento, e impiden la buena supervisión y la capacitación. Además, no le ayudan a nadie a hacer mejor su trabajo ni distinguen entre la variación común y la especial como base para tomar medidas que mejoren el proceso. En un sistema de cuotas se culpa a los trabajadores por problemas del sistema que ellos no pueden controlar. Cumplir las cuotas es en realidad una lotería diaria debido a la variación común. Nadie sabe qué capacidad tiene el sistema, si es totalmente caótico; entonces es absurdo fijar una cuota. El proceso fluctuará mientras que la administración no le haga frente a la variación en el sistema. No obstante, se espera que el trabajador produzca una cantidad específica, que lleve la carga de los problemas del sistema y que además mantenga una actitud positiva.

Los estándares de trabajo y las cuotas hacen hincapié en la cantidad, no en la calidad; de este modo se incita a los trabajadores a producir piezas defectuosas a fin de cumplir sus cuotas. Las cuotas son incompatibles con el mejoramiento continuo. La administración las debe reemplazar por instrucción, educación y por un liderazgo inteligente. Cuando se lleva a cabo este reemplazo aumenta substancialmente la calidad y la productividad, y la gente se siente más contenta con su trabajo.

Los estándares de trabajo se establecen mediante negociaciones con los sindicatos y nada tienen que ver con la capacidad del proceso. Dado que surgen de una negociación, y no de un análisis del proceso, frecuentemente resultan defectuosos. La utilización de éstos para fines de presupuesto, planeación y programación le da a la administración más información incorrecta.

La eliminación de los estándares de trabajo y su reemplazo con gráficas de control que sirvan para analizar, vigilar y modificar el proceso, señalarán el compromiso con una perspectiva de largo plazo, pues le muestran a la administración lo que realmente existe y no alguna cifra arbitraria que ella desea ver.

Al depender de estándares de trabajo y cuotas, las relaciones de supervisión se obstaculizan porque los empleados temen no cumplir sus cuotas, y se crean barreras entre administradores, supervisores, empleados y sindicatos porque los estándares desestiman la comunicación significativa.

A los dirigentes y a los miembros de los sindicatos se les debe instruir en relación con las ventajas de eliminar las cuotas y los estándares de trabajo. Al eliminar éstas los dirigentes sindicales quizás teman quedarse sin oficio. Por eso se les debe capacitar en la nueva filosofía y trabajar con ellos a fin de determinar qué papel cumplirán dentro del nuevo sistema.

*11b. Hay que eliminar la administración por objetivos numéricos. Se debe administrar con liderazgo.*

Es ridículo proponer metas internas en la administración de una compañía sin el método adecuado para alcanzarlas. Ejemplo de estas metas son:

- disminuir en un 10% los costos de garantía, el próximo año;
- aumentar en un 10% las ventas;
- mejorar en un 3% la productividad, el próximo año.

El cumplimiento de estas metas se interpreta como éxito; en cambio, si no se logran, tiene uno que dar explicaciones. Cuando se tiene un sistema estable, el sistema trabaja en toda su capacidad; por consiguiente, sale sobrando especificar una meta numérica. No se podrá llegar más allá de la capacidad que es propia del sistema mismo. Si no hay estabilidad en el sistema, no hay razón para proponer objetivos numéricos, pues no hay forma de saber qué tanto puede producir el sistema.

La mejor estrategia de administración es el liderazgo. Para actuar como líder debe uno entender en qué consiste el trabajo propio y el de los demás. Quien se inicia como administrador y quiere ser líder y promover el mejoramiento continuo, debe aprender. Entre otras cosas, debe

aprender qué es lo que hace su gente y cómo lo hace. Este aprendizaje es más importante que revisar los reportes de calidad, de fallas, de inventarios, de ventas, etc. Fijar la atención en los resultados no es el camino efectivo para mejorar un proceso o una actividad.

La gerencia basada en metas numéricas corre el peligro de administrarse sin conocimiento de lo que se debe hacer; y de hecho se convierte en una administración basada en el miedo. Las únicas cuotas que un administrador puede dar a conocer a su gente son las referentes a la supervivencia de la empresa. Por ejemplo: si el próximo año no aumentan nuestras ventas en un 10%, nos veremos obligados a salir fuera del mercado.

*12. Quitemos los obstáculos que impiden que el operario se sienta orgulloso de haber realizado un trabajo bien hecho.*

Hay varios factores que contribuyen a la pérdida del orgullo por la labor. Por ejemplo, si los empleados no entienden la misión de la empresa ni lo que se espera de ellos a fin de cumplir esa misión, entonces se sentirán confundidos e incapaces de identificarse con la organización; hace que los empleados actúen como autómatas incapaces de pensar o utilizar sus conocimientos y capacidades. El calificar el desempeño de un empleado como inferior al promedio cuando en realidad la falta está en el sistema, es algo terriblemente injusto y que genera disgusto, deslealtad y pérdida de orgullo. Se debe eliminar las barreras que arrebatan a los empleados administrativos o de ingeniería su derecho a sentir orgullo por su trabajo. Esto significa llegar a un acuerdo entre las partes para abolir las evaluaciones de desempeño y la administración por objetivos.

Nadie puede sentirse orgullosos de su trabajo si no sabe las condiciones que se necesitan para que su trabajo se considere bien hecho. Por eso, lo primero que un operario necesita es que le expliquen en qué consiste propiamente su trabajo. Los empleados deben ser considerados como el recurso más valioso que tiene la empresa y el orgullo de ellos como algo esencial para la existencia de la entidad a la larga.

El establecimiento de un departamento encargado de la calidad es interpretado por las demás personas de la empresa en el sentido de que la calidad no les concierne. La administración debe ayudar a todos a incorporar el mejoramiento incesante de la calidad en todas las actuaciones. De lo contrario habrá pérdida del orgullo, pues se considera que la administración no se interesa realmente por el nivel de calidad del trabajador. Además, no hay que tratar a la gente como si fuera una mercancía más, diciéndole a última hora lo que debe hacer o contratándola y despidiéndola según las necesidades de la empresa. Es muy frecuente que los administradores se acostumbren a estudiar y resolver problemas de números, y que no sepan resolver adecuadamente problemas de la gente.

La administración debe tener en cuenta las necesidades básicas de los trabajadores en el cargo. Ante todo, debe mantener condiciones de trabajo libres de todo peligro. El empleado tiene derecho de laborar en un medio tan seguro como el de los administradores. La estabilidad del cargo, es decir, permanecer en el cargo y el no ser despedido es un aspecto en que se debe hacer hincapié a fin de que los empleados sepan que ellos son un activo valioso para la organización.

Una vez que los trabajadores sientan que tienen seguridad y estabilidad, la administración debe concentrarse en la realización y en el crecimiento de aquéllos.

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

Volver al trabajo como fuente de orgullo y de realización personal representa elementos muy positivos para la empresa, así como para los individuos, para las familias y para las comunidades. Los individuos se beneficiarán al realizar su potencial y al deshacerse de la frustración que aparece cuando no se les aprovecha en toda su capacidad. Podrá crecer dentro del marco de su trabajo, lo cual es necesario para que las personas se sientan realizadas y felices. Las relaciones familiares mejorarán cuando los trabajadores tengan un mejor concepto de sí mismo y de la labor que desempeñan. Sentirán menos tensión, lo cual mejorará su salud física y emocional.

### *13. Se debe impulsar la educación de todo el personal y su autodesarrollo.*

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 conocimiento. En el grado de preparación de las personas están los cimientos que permite avanzar en el campo de la competitividad.

La aplicación de la filosofía de Deming y su integración en cada aspecto de una organización representarán cambios para todos. La educación y la capacitación serán necesarias para enseñarles a las personas sus nuevos trabajos y sus nuevas responsabilidades, preparar empleados para los cargos del mañana y evitar el desánimo.

El mejoramiento de la productividad significa que para algunas líneas de trabajo se necesitarán menos empleados. Pero al mismo tiempo, se necesitarán más personas en otras líneas. La capacitación y la re-capacitación deben preparar a los empleados para los cambios en sus cargo actuales en relación con los procedimientos, los materiales, las máquinas, las técnicas, las características de calidad y las definiciones operacionales.

Se requiere educación en técnicas estadísticas sencillas pero valiosas para todas las personas de administración, para todos los ingenieros y científicos, inspectores, jefes de control de calidad, jefes de las organizaciones de servicios de la entidad, tales como contabilidad, nómina, compras, seguridad, departamento legal, servicios a los consumidores, investigación de consumidores. Los ingenieros y los científicos deben conocer los rudimentos del diseño experimental.

Otras áreas que se pueden abarcar en la educación y en la capacitación incluyen destrezas básicas como matemáticas, lectura y comunicación verbal y escrita; temas relacionados con el trabajo como química y electrónica; y aspectos de superación personal como la educación en materia de consumo de sustancias nocivas o reducción de la tensión emocional.

A medida que los trabajadores adquieren nuevas destrezas, pueden trasladarse dentro de la organización a fin de atender las necesidades y exigencias cambiantes de la misma. La capacitación mantendrá a los empleados actualizados en los últimos avances y esto asegurará la longevidad de la empresa. La educación en los métodos estadísticos les permitirá tanto a los administradores como a los trabajadores comunicarse mediante gráficos de control, los cuales fortalecen el compromiso de la gente con la perspectiva a largo plazo.

*14. Se debe crear una estructura que impulse los trece puntos anteriores todos los días. Hay que emprender las acciones necesarias para lograr transformación en la empresa. La transformación es trabajo de todos.*

El Punto Catorce es la representación de la filosofía misma. Su arremetida principal es que la administración superior debe hacerse responsable del mejoramiento incesante de la calidad en las organizaciones y que debe crear una estructura propicia para la instrumentación de esta filosofía. Si la administración no comprende que ella está en graves apuros y que es necesario comprometerse con el cambio, es decir, adoptar el nuevo modelo administrativo, la frustración será inevitable en los niveles inferiores, y los trabajadores estarán en un ambiente plagado de incongruencias, inequidad, competencia innecesaria y temor. Esto desgasta y desanima a los administradores del nivel intermedio y a los empleados. El desconocimiento de la administración superior sobre la necesidad del cambio puede considerarse lesivo y en algunos casos delictivo.

El cambio de estructura en una organización requiere una perspectiva de largo plazo porque los efectos a corto plazo pueden ser algo caóticos e inquietantes. Es posible que haya confusión, desconfianza y mala comunicación mientras la administración superior instruye a un buen número de personas en la nueva filosofía.

Quienes integran la administración deben estar de acuerdo en su forma de pensar y en la dirección que la empresa va a tomar de introducir esta nueva filosofía. Procure la administración llevar a cabo una serie de seminarios, en los que explique al personal por qué fue necesario hacer el cambio y que todo implica este cambio para cada uno de ellos. El cambio a efectuar es un proceso; por consiguiente, hay que aplicar también a este proceso lo dicho anteriormente acerca del mejoramiento continuo.

En cualquier organización las personas forman equipos de trabajo. El propósito de cualquier equipo de trabajo debe consistir en mejorar, en la etapa que le corresponde, los insumos del producto y sus resultados. Como miembros de un equipo, cada uno de los integrantes debe tener la oportunidad de contribuir con ideas y planes, pero esperar a que sus mejores contribuciones logren un consenso entre sus compañeros. No hay que considerar el trabajo realizado en una sesión de estudio como lo mejor. En la sesión siguiente, las personas deben asumir una actitud crítica frente a los resultados de la sesión anterior, tener así ideas cada vez más claras y para avanzar constantemente.

Impulsar los Catorce Puntos significa absorberlos y vivirlos en forma tal que integre los métodos estadísticos, la comprensión del sistema y el interés en la relación con todos los miembros de la organización. Este enfoque holístico es una manera comprobada de mejorar la calidad, aumentar la productividad y ganar ventaja competitiva.

## **CAPÍTULO 4**

### **PLANTEAMIENTO DE UN SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD PARA LA FABRICACIÓN DE ENGRANAJES.**

Frecuentemente, los requisitos de los clientes se incorporan en las "especificaciones". Sin embargo, las especificaciones pueden no garantizar por sí mismas que los requisitos de un cliente se satisfarán consistentemente, si existen deficiencias en el sistema de organización para suministrar y apoyar el producto. En consecuencia, estas inquietudes han llevado al desarrollo de modelos o normas y directrices de sistemas de calidad que complementan los requisitos pertinentes del producto dados en las especificaciones técnicas. La familia de Normas NMX-CC o las ISO 9000 pretende proporcionar un sistema o núcleo genérico de normas de sistemas de calidad aplicables a una escala amplia de sectores de la industria y la economía.

Los sistemas de calidad pueden considerarse como los instrumentos que transforman el enunciado de los objetivos en resultados tangibles; es el medio que origina, fortalece y preserva las relaciones entre el cliente y el proveedor.

El sistema de calidad de una organización está influenciado por los objetivos de la misma, por sus productos y por sus prácticas específicas, y, por lo tanto, los sistemas de calidad varían de una organización a otra. Una finalidad primordial de los sistemas de calidad es mejorar los sistemas y procesos de manera que se logre la mejora continua de la calidad.

El modelo a utilizar para el planteamiento del sistema de aseguramiento de calidad es la norma NMX-CC-004 (ISO 9002), donde se establecen los requisitos del sistema de calidad.

La implantación de un buen sistema de aseguramiento de calidad tiene que llevarse a cabo sin limitaciones de tiempo y también debe contarse con los factores esenciales de clima, preparación, recursos y compromiso.

#### **4.1 Responsabilidad de la dirección.**

Un buen sistema de aseguramiento de calidad debe contar con todo el soporte y el apoyo del ejecutivo principal a cargo de la empresa. Tiene que haber un compromiso con el éxito del programa propuesto, y ello debe demostrarse asignándole los recursos necesarios y preparando un clima adecuado para obtener los resultados deseados.

##### **4.1.1. Política de calidad.**

La dirección de la organización con responsabilidades ejecutivas debe definir y documentar su política de calidad incluyendo los objetivos para la calidad y su compromiso con la calidad. La política de calidad debe ser congruente con las metas de la organización y las

expectativas y necesidades de sus clientes. La organización debe asegurarse de que esta política sea entendida, implantada y mantenida en todos los niveles de la organización.

El enunciado de la política de calidad es en esencia una declaración de intenciones de que la empresa está comprometida a lograr la calidad. Esta declaración debe ser firmada por el ejecutivo principal, para mostrar que el compromiso se origina en la cúspide de la organización y que el enunciado será apoyado por un programa detallado de aplicación para transformarlo en resultados tangibles. El enunciado de la política se le comunica a todos los empleados y externamente a los clientes, proveedores y entidades relacionadas con la organización.

#### **4.1.2 Organización.**

Debe estar definidas y documentadas la responsabilidad, autoridad y la interrelación de todo el personal que administra, realiza y verifica el trabajo que afecta a la calidad, particularmente para el personal que necesita la libertad organizacional y autoridad.

La organización debe identificar las necesidades de recursos, y proporcionar los recursos adecuados, incluyendo la asignación de personal capacitado para la administración, realización del trabajo y de las actividades de verificación incluyendo actividades de auditoría de calidad interna

La dirección de la organización con responsabilidad ejecutiva debe nombrar a un miembro de su administración como representante de la dirección, quien independientemente de otras responsabilidades, debe tener autoridad definida para:

- a) asegurar que el sistema de calidad se establezca, implante y mantenga de acuerdo con este modelo;
- b) informar a la dirección de la organización acerca del desempeño del sistema de calidad para su revisión y como base para mejorar el sistema de calidad.

La dirección de la organización con responsabilidad ejecutiva debe revisar el sistema de calidad a intervalos definidos, suficientes para asegurar su adecuación y efectividad continua, con el fin de satisfacer los requisitos de esta norma, así como la política y objetivos de calidad establecidos. Deben mantenerse registros de tales revisiones.

#### **4.2 Sistema de calidad.**

La organización debe establecer, documentar y mantener un sistema de calidad como medio que asegure que el producto es conforme con los requisitos especificados. La organización debe preparar un manual de calidad congruente con los requisitos de esta norma. El manual de calidad debe incluir o hacer referencia a los procedimientos del sistema de calidad y describir la estructura de la documentación usada en el sistema de calidad. En la norma NMX-CC-018, se dan directrices para la elaboración de los manuales de calidad.

El **manual de calidad** debe considerarse como una herramienta de enorme importancia para la implantación de un sistema de calidad. Puede tener varios propósitos, entre los cuales están los siguientes:

1. *Describe las tareas:* es el alma de los sistemas de calidad. Es la transformación del enunciado de la política en procedimientos y lineamientos para todas las actividades de la organización.

2. *Herramienta gerencial para toma de decisiones:* El manual de calidad puede proporcionar información en cualquier momento de diversos aspectos de las intenciones de la empresa para mejorar la calidad en su búsqueda de la satisfacción del cliente.

3. *Fuerza de trabajo productiva:* Cada trabajador cuenta con las instrucciones de cómo realizar su trabajo y con los estándares que la compañía confía alcanzar. De esta manera, esto reduce la curva de aprendizaje, aumenta la motivación y alienta a los empleados a aumentar sus niveles de productividad.

4. *Mejora la imagen de la compañía:* A los ojos de los clientes, un manual de calidad ilustra la determinación y seriedad de la empresa proveedora de lograr mejores niveles de desempeño en beneficio del cliente.

5. *Desempeño objetivo:* Un manual de calidad proporciona información basada en hechos y cifras y, por consiguiente, las empresas no tienen que depender de información subjetiva.

6. *Herramienta de entrenamiento:* Un manual de calidad no depende de la contribución individual de una persona específica para la implantar un programa de entrenamiento. Además, puesto que el manual de calidad siempre debe mantenerse actualizado, permite que la empresa cuente con programas de entrenamiento relevantes, con técnicas modernas y que se basa en principios modernos.

Los **procedimientos** son la evidencia tangible de que los sistemas de calidad son una realidad. Por consiguiente, toda actividad de una empresa debe estar bien documentada para que refleje las diversas etapas involucradas, y la información obtenida tiene que reflejar la existencia de procedimientos actualizados y puestos en práctica con los estándares o normas adecuadas.

La organización debe definir y documentar cómo se deben cumplir los requisitos para la calidad. La **planeación de la calidad** debe ser consistente con todos los otros requisitos del sistema de calidad de la organización, y debe estar documentada en una forma que se adopte al método de operación de la organización. La organización debe considerar las siguientes actividades; conforme sea aplicable, para cumplir con los requisitos especificados para productos, proyectos o contratos:

- a) la preparación de los planes de calidad;
- b) la identificación y adquisición de cualquier control, proceso, equipo (incluyendo equipo de inspección y prueba), dispositivos, recursos y las habilidades que sean necesarias para lograr la calidad requerida;
- c) asegurar la compatibilidad de los procesos de producción, de la instalación, del servicio, de la inspección y de prueba y la documentación aplicable;
- d) la actualización, según sea necesario, del control de calidad, de las técnicas de inspección y prueba, incluyendo el desarrollo de instrumentación nueva.

#### **4.3 Revisión de contrato.**

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para la revisión y modificación del contrato y para la coordinación de estas actividades.

Antes de la presentación de una oferta, o de la aceptación de un contrato o pedido (establecimiento de requisitos); la oferta, contrato o pedido debe revisarse por la organización para asegurar que:

- a) los requisitos están definidos y documentados adecuadamente, cuando no hay disponibles condiciones escritas para un pedido recibido verbalmente, la organización debe asegurarse que los requisitos del pedido sean acordados antes de su aceptación;
- b) se resuelva cualquier requisito del contrato o pedido que difiera con el de la oferta;
- c) la organización tiene la capacidad para cumplir con los requisitos del contrato o del pedido.

Se deben mantener registros de las revisiones del contrato.

#### **4.4 Control de documentos y datos.**

La organización debe establecer y mantener procedimientos documentados para controlar todos los documentos y datos que se relacionan con los requisitos de esta norma, incluyendo, los documentos de origen externo tales como normas y dibujos del cliente.

Los documentos y datos deben ser revisados y aprobados para su adecuación por personal autorizado antes de ser emitidos. Debe establecerse y estar fácilmente disponible una lista maestra o un procedimiento equivalente de control de documentos, para identificar el estado de revisión vigente de los documentos e impedir el uso de documentos obsoletos y/o invalidados.

Los cambios a los documentos y datos deben ser revisados y aprobados por las mismas funciones u organizaciones que desarrollaron la revisión y aprobación del original a menos que se haya especificado otra cosa.

#### **4.5 Adquisiciones.**

La organización debe establecer y mantener procedimientos documentados para asegurar que el producto adquirido esté conforme a los requisitos especificados.

La organización debe:

a) evaluar y seleccionar a los subcontratistas (organización que suministra un producto o la materia prima) con base en su habilidad para cumplir los requisitos del subcontrato incluyendo el sistema de la calidad y cualquier requisito específico de aseguramiento de la calidad;

b) definir tipo y alcance del control ejercido por la organización sobre los subcontratistas. Esto depende del producto, el impacto del producto subcontratado en la calidad del producto

final y donde sea aplicable, de los informes de auditorías de calidad y/o registros de calidad de la capacidad y desempeño previamente demostrado de los subcontratista;

- c) establecer y mantener registros de calidad de subcontratista aceptables.

Los documentos de compra deben contener datos que describan claramente el producto solicitado, incluyendo donde sea aplicable:

- a) tipo, clase, grado u otra identificación precisa;
- b) título u otra identificación adecuada, y la edición aplicable de las especificaciones, dibujo, requisitos de proceso, instrucciones de inspección y otros datos técnicos relevantes, incluyendo los requisitos para la aprobación o calificación del producto, procedimiento, equipo de proceso y personal;
- c) el título, el número y edición de la norma del sistema de calidad que deben aplicarse.

#### **4.6 Control de productos proporcionados por el cliente.**

La organización debe establecer y mantener procedimientos documentados para el control de verificación, almacenamiento y mantenimiento de los productos proporcionados por el cliente para incorporar los dentro de los suministros o para actividades relacionadas. Cualquier producto que se pierda, dañe o sea inadecuado para su uso, se debe registrar y reportar al cliente.

#### **4.7 Identificación y rastreabilidad del producto.**

Donde sea aplicable, la organización debe establecer y mantener procedimientos documentados para identificar el producto por medios adecuados desde su recepción y durante todas las etapas de producción, entrega e instalación.

Donde y en la extensión que la rastreabilidad sea un requisito especificado, la organización debe establecer y mantener procedimientos documentados para una identificación única de productos individuales o lotes.

#### **4.8 Control del proceso.**

La organización debe identificar y planear los procesos de producción, instalación y servicio que directamente afectan la calidad y deben asegurar que estos procesos se lleven a cabo bajo condiciones controladas. Las condiciones controladas deben incluir lo siguiente:

- a) procedimientos documentados para definir la manera de producir, instalar y dar servicio, cuando la ausencia de tales instrucciones pueden afectar adversamente la calidad;
- b) el uso de equipos de producción e instalación y servicio adecuados y ambiente laboral apropiado;

- c) cumplimiento con las normas y códigos de referencia, los planes de calidad o los procedimientos documentados;
- d) supervisar y controlar los parámetros adecuados del proceso y las características del producto;
- e) la aprobación de los procesos y el equipo, de manera apropiada;
- f) los criterios para ejecución del trabajo deben establecer de manera práctica y lo más claro posible ( por ejemplo: especificaciones escritas, muestras representativas o ilustraciones);
- g) el mantenimiento adecuado del equipo para asegurar continuamente la capacidad del proceso.

Aquellos procesos cuyos resultados no pueden ser verificados totalmente por inspección y pruebas subsiguientes del producto y donde, por ejemplo, las deficiencias del proceso pueden surgir sólo después de que el producto está en uso, los procesos deben realizarse por operadores calificados y debe requerirse la supervisión y el control continuo de los parámetros del proceso para asegurar que se cumplen los requisitos especificados.

Deben especificarse los requisitos para cualquier calificación de las operaciones del proceso incluyendo el equipo y el personal asociado.

#### **4.9 Inspección y prueba.**

La organización debe establecer y mantener procedimientos documentados para las actividades de inspección y prueba para verificar que se cumplan los requisitos especificados. La inspección y prueba requerida y los registros establecidos deben estar detallados en el plan de calidad y/o en los procedimientos documentados.

##### **4.9.1 Inspección y prueba de recibo.**

La organización debe asegurarse que el producto de entrada no sea utilizado o procesado, excepto en las circunstancias en que la producción sea urgente, hasta que haya sido inspeccionado o de otra forma verificado como conforme con los requisitos especificados. La verificación del cumplimiento con los requisitos especificados debe hacerse de acuerdo con el plan de calidad y/o los procedimientos documentados.

Para determinar la cantidad y la naturaleza de la inspección de recibo, debe considerarse el grado de control efectuado en las instalaciones del subcontratista y los registros de evidencia de conformidad proporcionados.

Cuando se libere un producto de entrada previamente a su verificación para propósitos de producción urgente, debe dársele una identificación evidente y hacerse un registro que permita su recuperación y reemplazo inmediato en el caso de no conformidad con los requisitos especificados.

#### **4.9.2 Inspección y prueba en proceso.**

La organización debe:

- a) inspeccionar y probar el producto como se requiere en el plan de calidad y/o en los procedimientos documentados.
- b) retener el producto hasta que hayan sido terminadas las inspección y pruebas requeridas o se hayan recibido y verificado los informes necesarios, excepto cuando el producto sea liberado con procedimientos de recuperación claramente establecidos. La liberación con estos procedimientos no debe impedir las actividades definidas en el inciso "a".

#### **4.9.3 Inspección y pruebas finales.**

La organización debe llevar a cabo todas las inspecciones y pruebas finales de acuerdo con el plan de calidad y/o los procedimientos documentados para completar la evidencia de conformidad del producto terminado con los requisitos especificados.

Ningún producto debe ser despachado hasta que todas las actividades especificadas en el plan de calidad y/o los procedimientos documentados hayan sido concluidas satisfactoriamente y los datos y la documentación asociada estén disponibles y autorizados.

#### **4.9.4 Registros de inspección y prueba.**

La organización debe establecer y mantener registros que contengan la evidencia que el producto ha sido inspeccionado y/o probado. Estos registros deben mostrar claramente si el producto ha pasado o fallado las inspecciones y/o las pruebas de acuerdo con los criterios de aceptación definidos. Cuando el producto no pase cualquier inspección y/o prueba, deben aplicarse los procedimientos para el control de productos no conformes. Los registros deben identificar a la autoridad de inspección responsable de liberar el producto.

#### **4.10 Control de equipo de inspección, medición y prueba.**

La organización debe establecer y mantener procedimientos documentados para controlar, calibrar y mantener los equipos de inspección, medición y prueba, incluyendo el software de las pruebas utilizado, para demostrar la conformidad del producto con los requisitos especificados. El equipo de inspección, medición y prueba se debe utilizar de tal que se asegure que la incertidumbre de la medición es conocida y es consistente con la capacidad de medición requerida.

Cuando se usa software de prueba o referencias comparativas tales como hardware de prueba como formas adecuadas de inspección, se debe comprobar que éstos son aptos para verificar la aceptabilidad del producto antes de su liberación para su uso durante la producción, instalación y servicio, y deben reexaminarse con una periodicidad preestablecida. El proveedor

debe establecer el alcance y la frecuencia de tales verificaciones, y debe mantener registros como evidencia del control (véase 4.15).

Cuando la disponibilidad de datos técnicos pertenecientes a los equipos de inspección, medición y prueba sea un requisito especificado, tales datos deben estar disponibles cuando sean requeridos por el cliente o su representante para verificar que los equipos de inspección, medición y prueba estén funcionando adecuadamente.

#### **4.10.1 Procedimientos de control.**

La organización debe:

- a) determinar las mediciones que deben realizarse, la exactitud requerida y seleccionar el equipo apropiado para inspección, medición y prueba que sea capaz de la exactitud, la repetibilidad y reproducibilidad necesarias;
- b) identificar todo el equipo de inspección, medición y prueba que puedan afectar la calidad del producto, calibrarlos y ajustarlos en intervalos prescritos, o antes de su utilización, contra equipos certificados que tengan validez referida a patrones nacionales o internacionales reconocidos. Cuando no existen tales patrones, se deben documentar las bases que se usan para la calibración;
- c) definir el proceso usado para la calibración del equipo de inspección, medición y prueba incluyendo detalles del tipo de equipo, identificación única, localización, frecuencia y método de verificación, criterios de aceptación y la acción que se debe tomar cuando los resultados no sean satisfactorios;
- d) identificar el equipo de inspección, medición y prueba con una marca apropiada, o un registro de identificación aprobado que muestre el estado de calibración;
- e) conservar los registros de la calibración de los equipos de inspección, medición y prueba;
- f) evaluar y documentar la validez de los resultados previos de inspección y pruebas cuando los equipos de inspección, medición y prueba se hayan encontrado fuera de calibración;
- g) asegurar que las condiciones ambientales son adecuadas para las calibraciones, mediciones, inspecciones y pruebas que se realizan;
- h) asegurar que el manejo, preservación y almacenamiento de los equipos de inspección, medición y prueba son adecuados para mantener su exactitud y aptitud de uso;
- i) salvaguardar los equipos de inspección y medición, y las instalaciones de prueba incluyendo el hardware y software de prueba contra ajustes que invaliden la calibración hecha.

#### **4.11 Estado de inspección y prueba.**

El estado de inspección y prueba del producto debe identificarse utilizando medios adecuados, que indiquen la conformidad y la no conformidad del producto con respecto a la inspección prueba realizadas. La identificación del estado de inspección y prueba se debe mantener, a través de la producción, instalación y servicio del producto, tal como se establece en el plan de calidad y/o en los procedimientos documentados, con el fin de asegurar que sólo el producto que ha pasado las inspecciones y pruebas requeridas (o que ha sido liberado mediante una concesión autorizada; véase 4.12.1) se despacha, se usa o se instala.

#### **4.12 Control de producto no conforme.**

La organización debe establecer y mantener procedimientos documentados para asegurar que se prevenga el uso o instalación no intencionada de los productos no conformes con los requisitos especificados. El control debe incluir la identificación, la documentación, la evaluación, la segregación (cuando sea práctico) y disposición del producto no conforme, así como la notificación a las funciones responsables.

##### **4.12.1 Revisión y disposición de productos no conformes.**

Deben definirse la autoridad y la responsabilidad para la revisión y la disposición de los productos no conformes.

Los productos no conformes deben revisarse de acuerdo con procedimientos documentados. El resultado de la revisión puede ser:

- a) retrabajar para la satisfacer los requisitos especificados;
- b) aceptar con o sin reparación por concesiones;
- c) reclasificar para aplicaciones alternativas;
- d) rechazar o desechar.

La descripción de la no conformidad y de las reparaciones que se acepten, deben registrarse para indicar su condición actual (véase 4.15). Los productos reparados o retrabajados se deben reinspeccionar de acuerdo con el plan de calidad y/o los procedimientos documentados.

#### **4.13 Acción correctiva y preventiva.**

La organización debe establecer y mantener procedimientos documentados para implantar acciones correctivas y preventivas. Cualquier acción correctiva o preventiva adoptada para eliminar las causas de no conformidades reales o parciales debe ser apropiada a la magnitud de los problemas y correspondientes a los riesgos encontrados.

La organización debe implantar y registrar cualquier cambio en los procedimientos documentados como resultado de acciones correctivas y preventivas.

#### **4.13.1 Acción correctiva.**

Los procedimientos para las acciones correctivas deben incluir:

- a) el manejo efectivo de las reclamaciones de los clientes, y los informes de los productos no conformes;
- b) la investigación de las causas de las no conformidades relativas al producto, al proceso, y al sistema de calidad, registrando los resultados de la investigación (véase 4.15);
- c) la determinación de las acciones correctivas necesarias para eliminar la causa de las no conformidades;
- d) la aplicación de los controles que aseguren que las acciones correctivas sean efectuadas, y que éstas sean efectivas.

#### **4.13.2 Acción preventiva.**

Los procedimientos para las acciones preventivas deben incluir:

- a) el uso de las fuentes apropiadas de información tales como los procesos y operaciones de trabajo las cuales afectan la calidad del producto, las concesiones, los resultados de las auditorías, los registros de calidad, los informes de servicios y las reclamaciones de los clientes con el fin de detectar, analizar y eliminar las causas potenciales de no conformidades;
- b) la determinación de los pasos necesarios para tratar cualquier problema que requiera acciones preventivas;
- c) la iniciación de las acciones preventivas y el establecimiento de los controles que aseguren su efectividad;
- d) asegurar que la información relevante sobre las acciones efectuadas, se somete a revisión de la dirección.

#### **4.14 Manejo, almacenamiento, empaque, conservación y entrega.**

La organización debe establecer y mantener procedimientos documentados para manejo, almacenamiento, empaque, conservación y entrega del producto.

La organización debe suministrar métodos de **manejo** que eviten el daño o deterioro del producto.

El proveedor debe usar áreas o locales de **almacenamiento** designadas para prevenir que los productos pendientes de uso o entrega se dañen o deterioren. Deben estipularse los métodos apropiados para autorizar la recepción y el despacho desde tales áreas.

Con el fin de detectar deterioro, se debe evaluar el estado de los productos almacenados a intervalos de tiempo apropiados.

La organización debe controlar los procesos de **empaque**, embalaje y marcado (incluyendo los materiales empleados) de tal manera que se asegure la conformidad con los requisitos especificados.

La organización debe aplicar métodos apropiados para la **conservación** y segregación del producto, cuando el producto esté bajo el control de la organización.

La organización debe tomar las medidas necesarias para proteger la calidad de los productos después de la inspección y pruebas finales. Cuando el contrato así lo estipule, esta protección debe extenderse hasta la **entrega** de los productos a su destino.

#### **4.15 Control de registros de calidad.**

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para identificar, y disponer de los registros de calidad. Estos se deben conservar para demostrar la conformidad con los requisitos especificados y la operación efectiva del sistema de calidad, así como los registros de calidad pertinentes de los subcontratistas.

Todos los registros de calidad deben ser legibles, almacenados y conservados en forma tal que puedan recuperarse fácilmente en lugares que tengan condiciones ambientales que prevengan daño o deterioro y eviten su pérdida. Debe establecerse y registrarse el tiempo que deben conservarse los registros de calidad. Si así lo establece el contrato, los registros de calidad deben estar disponibles para su evaluación por parte del cliente o de su representante, durante un periodo acordado.

#### **4.16 Auditorías de calidad internas.**

La organización debe establecer y mantener procedimientos documentados para planear y llevar a cabo auditorías de calidad internas para determinar si las actividades de calidad y los resultados relativos a ésta cumple con los acuerdos planeados y para determinar la efectividad del sistema de calidad.

Las auditorías de calidad internas deben ser programadas con base al estado y la importancia de la actividad a ser auditada y deben llevarse a cabo por personal independiente de aquel que tenga responsabilidad directa sobre la actividad a ser auditada.

Los resultados de las auditorías deben registrarse (véase 4.15) y darse a conocer al personal que tenga la responsabilidad del área auditada. El personal directivo responsable del área, debe tomar acciones correctivas oportunamente sobre las deficiencias encontradas durante la auditoría.

Las actividades de seguimiento a las auditorías deben verificar y registrar la implantación de las acciones correctivas efectuadas (véase 4.15).

Los resultados de las auditorías de calidad internas forman parte integral de los datos de entrada para las actividades de revisión de la dirección (véase 4.1.2).

Las directrices para auditar sistemas de calidad se establecen en NMX-CC-007/1, NMX-CC-007/2 Y NMX-CC-008.

#### **4.17 Capacitación.**

La organización debe establecer y mantener procedimientos documentados para identificar las necesidades de capacitación y capacitar a todo el personal que ejecuta actividades que afectan a la calidad. El personal que ejecuta tareas asignadas de manera específica, debe estar calificado en base a educación, capacitación y/o experiencia adecuadas según se requiera. Deben mantenerse registros apropiados relativos a la capacidad (véase 4.15)

#### **4.18 Servicio.**

Cuando el servicio sea un requisito especificado, la organización debe establecer y mantener procedimientos documentados para realizar este servicio y para verificar e informar que dicho servicio cumple con tales requisitos.

#### **4.19 Técnicas estadísticas.**

La identificación y aplicación correcta de métodos estadísticos modernos son elementos importantes para controlar cada etapa de los procesos de la organización.

La organización debe establecer y mantener procedimientos documentados para implantar y controlar la aplicación de las técnicas estadísticas identificadas para:

- a) análisis de mercado;
- b) especificación de seguridad de funcionamiento, longevidad y predicción de durabilidad;
- c) Estudio de control del proceso y estudios de capacidad del proceso;
- d) determinación de niveles de calidad en planes de muestreo;
- e) análisis de datos, evaluación de desempeño y análisis de no conformidad;
- f) mejoramiento del proceso;
- g) evaluación de seguridad y análisis de riesgo.

Los métodos estadísticos específicos para el establecimiento, control y verificación de actividades, incluyen, por no están limitados a los siguientes:

- a) diseño de experimentos y análisis factorial;
- b) análisis de varianza y análisis regresión;
- c) pruebas de significancia;
- d) gráficas de control de calidad y técnicas de sumas acumuladas;
- e) muestreo estadístico.

## **CAPÍTULO 5**

### **CONCLUSIONES.**

La mezcla de la implantación de un sistema de calidad, basado y certificado por la familia de normas NMX CC e ISO 9000 y la adopción de una filosofía, como la del Dr. Deming, que ofrezca métodos para alcanzar y mejorar la calidad y la productividad; puede ayudar a las empresas mexicanas a ser competitivas y con esto hacerle frente a los cambios que se han generado a raíz de la globalización de los mercados, y más específicamente a la firma del Tratado del Libre Comercio entre Estados Unidos de América, Canadá y México.

Un sistema de calidad efectivo debe ser desarrollado e implantado con el propósito de alcanzar los objetivos establecidos en la política de calidad de la organización y además que sea diseñado para satisfacer las necesidades y expectativas del cliente, y a la vez que proteja los intereses de la organización (empleados, proveedores, propietarios). Un sistema de calidad bien estructurado es un recurso valioso de la administración en la optimización y control de la calidad en relación a las consideraciones de beneficio, costos y riesgos.

Los sistemas de calidad deben dar como resultado el mejoramiento continuo de la calidad y la satisfacción creciente de los clientes y de otros interesados (los empleados, propietarios, proveedores, la sociedad).

Con el fin de lograr los objetivos de una organización conviene que se asegure que estén bajo control los factores técnicos, administrativos y humanos que afecten la calidad de sus productos, ya sean, hardware, software, materiales procesados o servicios. Conviene que tal control se oriente hacia la reducción, eliminación y sobre todo a la prevención de no conformidades.

La inversión en el desarrollo, implantación, certificación y mantenimiento de un sistema de calidad es accesible a la pequeña y mediana empresa, además se puede recuperar en forma rápida, aun cuando el sistema no este certificado.

El desarrollo, implantación y mantenimiento del sistema de calidad es un proceso largo, donde se puede concluir que la excelencia no se alcanza de un solo paso y puede ser un proceso demasiado lento.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Darle W. Dudley, Editor  
**MANUAL DE ENGRANAJES.**  
CECSA 1980.

Henriot Goerge  
**MANUAL PRÁCTICO DE ENGRANAJES**  
Marcombo, Barcelona 1967.

Howard S. Gitlow, Shelly J. Gitlow  
**CÓMO MEJORAR LA CALIDAD Y LA PRODUCTIVIDAD CON EL MÉTODO  
DEMING.**  
Editorial Norma, Colombia 1989.

Mohamed Zairi  
**ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD TOTAL PARA INGENIEROS**  
Editorial PANORAMA, México, D. F. 1993.

W. Edward Deming  
**CALIDAD, PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD.**

William W. Scherkenbach  
**LA RUTA DEMING A LA CALIDAD Y A LA PRODUCTIVIDAD.**  
CECSA 1992.

**NMX-CC-001:1995 IMNC.** Administración de la calidad y aseguramiento de la calidad. Vocabulario.

**NMX-CC-002/1:1995 IMNC.** Norma para administración de la calidad y aseguramiento de la calidad. Parte 1: Directrices para selección y uso.

**NMX-CC-003:1995 IMNC.** Sistema de calidad-Modelo para el aseguramiento de la calidad en diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio.

**NMX-CC-004:1995 IMNC.** Sistema de calidad-Modelo para el aseguramiento de la calidad en producción, instalación y servicio.

**NMX-CC-005:1995 IMNC.** Sistema de calidad-Modelo para el aseguramiento de la calidad en inspección y pruebas finales.

**NMX-CC-006/1:1995 IMNC.** Administración de la calidad y elementos del sistema de calidad. Parte 1: Directrices.

**NMX-CC-007/1:1993 IMNC. Directrices para auditar sistemas de calidad. Parte1: Auditorías.**

**NMX-CC-007/2:1993 IMNC. Directrices para auditar sistemas de calidad. Parte2: Administración del programa de auditorías.**

**NMX-CC-008:1993 IMNC. Criterios de calificación para auditores de sistemas de calidad.**

**NMX-CC-017/1:1995 IMNC. Requisitos de aseguramiento de la calidad para equipo de medición - Parte 1: Sistema de confirmación metrológica para equipo de medición.**

**NMX-CC-018. IMNC. Directrices para desarrollar manuales de calidad (En reparación).**

**ISO 9000/2:1993. Quality management and quality assurance standards -Part 2: Generic guidelines for the application of ISO 9001, ISO 9002 and ISO 9003.**

**ISO 9002:1994. Quality System-Model for quality assurance in production, inatallation and servicing.**