



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

CALIDAD EN LAS ORGANIZACIONES

"PROYECTO DE CALIDAD EN LA FABRICACION  
DE TORRES DE ENFRIAMIENTO"

TRABAJO DE SEMINARIO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A :  
SALVADOR PARRA GOMEZ

ASESOR: ING. JUAN RAFAEL GARIBAY BERMUDEZ

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1997



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR S. A. M.  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN

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



AT'N: ING. RAFAEL RODRIGUEZ CEBALLOS  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES-C.

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautilán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Calidad en las Organizaciones  
Proyecto de Calidad en la fabricación de Torres de Enfriamiento.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

que presenta el pasante: Salvador Parra Gómez.  
con número de cuenta: 8807127-3 para obtener el Título de:  
Ingeniero Mecánico Eléctrico.

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

A T E N T A M E N T E .

"FOR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautilán Izcalli, Edo. de México, a 5 de Noviembre de 1980

MODULO:

PROFESOR:

- I. III Ing. Juan de la Cruz Hernández Zamudio.  
II. II Ing. Juan Rafael Garibay Bermúdez.  
IV. I Ing. Armando Aguilar Miramón.

*[Firma manuscrita]*

8807127-3

*" Hoy que se cumple uno de los objetivos más importantes de mi vida, siento una muy especial felicidad empapada de orgullo y satisfacción.*

*Sé que mi carrera profesional aún no termina, sino que apenas comienza; pero con la convicción de que las experiencias vividas, conocimientos adquiridos y deficiencias superadas me han forjado de cierta manera un carácter que me permitirá compartir y dar lo mejor de mi vida en el ámbito de mi profesión.*

*Para que el día de mañana, si Dios lo permite, pueda sentirme un poco más cerca de mi realización personal."*

## **A DIOS**

Por haberme dado la vida y con ella  
el don de aprender, amar y luchar.  
Por darme una hermosa familia y poner  
en mi camino gente buena que ha  
contribuido en mi desarrollo personal.

## **A MIS PADRES**

Por su amor, apoyo y comprensión  
todos estos años de mi vida.  
Por su ejemplo de responsabilidad  
en el trabajo y las obligaciones.  
Por haber depositado en mí su confianza  
y ahora ver realizar la mejor de sus  
herencias

## **A MIS HERMANOS**

Porque siempre hemos compartido  
todos los momentos felices, y aún  
sin ser tan expresivos, siempre  
hemos estado junto

### ***A MI UNIVERSIDAD***

Por la oportunidad brindada de estudiar en esta "casa de estudios" cuyo orgullo de pertenecer a ella siempre llevaré en alto.

### ***A MIS AMIGOS***

Por su compañía, por todos los momentos compartidos y por la gran amistad que siempre nos ha unido, en especial a mis queridas compañeras de trabajo.

Agradezco a todos aquellos que sembraron en mí, la semilla del conocimiento y que supieron cultivarla obteniendo así este trabajo, fruto de su apoyo y comprensión, el cual dedico con mucho cariño.

# INDICE

## INTRODUCCIÓN.

### Capítulo No. 1 " TORRES DE ENFRIAMIENTO "

1.1. Definición .....	5
1.2. Principio de operación .....	5
1.3. Clasificación de las torres de enfriamiento .....	6
1.4. Descripción de los tipos de torres de enfriamiento .....	8
1.5. Componentes de una torre de enfriamiento .....	14
1.6. Descripción de los componentes .....	16

### Capítulo No. 2 " FILOSOFÍA DE LA CALIDAD "

2.1. Historia de la calidad .....	19
2.2. Definición de calidad .....	20
2.3. Estrategia presentada al Japón por el Dr. W. Edwards Deming .....	21
2.3.1. Filosofía de Deming .....	21
2.3.2. Reacción en cadena .....	21
2.3.3. Propuesta para mejorar la productividad (14 puntos de Deming) .....	22
2.3.4. El ciclo PHVA .....	27

### Capítulo No. 3 " CONTROL ESTADÍSTICO "

3.1. Histograma .....	30
3.2. Planillas de inspección .....	33
3.3. Diagrama de Pareto .....	35
3.4. Gráficos de Control .....	36
3.5. Muestreo de aceptación .....	40

### Capítulo No. 4 " MODELO DE CALIDAD ISO 9000 "

4.1. Aseguramiento de Calidad .....	45
4.2. Antecedentes históricos de ISO 9000 .....	45
4.3. ¿Que es ISO 9000? .....	47
4.4. Requisitos del sistema de calidad ISO 9001 .....	50

**Capítulo No. 5 " ISO 9001 EN LA FABRICACIÓN DE TORRES DE ENFRIAMIENTO "**

5.1. Consideraciones para la adopción de las normas ISO 9000. ....	65
5.2. La empresa y su producto. ....	66
5.3. Mecanismo de fabricación. ....	66
5.4. Implementación del sistema. ....	68
<b>CONCLUSIONES.</b> ....	<b>87</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.</b> ....	<b>89</b>

## INTRODUCCIÓN.

Las circunstancias que vive actualmente la economía mundial, muestra entre otras características la tendencia a lograr una apertura que facilite el desarrollo de las negociaciones comerciales, industriales y de servicio entre los sectores empresariales de diversos países, entre ellos México como medio para buscar mercados de consumo más amplios que contribuyan al fortalecimiento de las estructuras operativas y financieras de los mismos.

En otras palabras, participar en un mercado mundial cuya constante es el cambio en cuanto a tecnología y precios, es decir, reunir los requisitos de calidad establecidos por el cliente, y ser accesibles en precio de venta respecto de los productos y servicios que con características similares se ofrecen en el mercado.

Las empresas que buscan lograr lo anterior deberán realizar un esfuerzo de mejora de calidad aceptando básicamente dos retos:

1. Aumentar la calidad de sus productos y/o servicios, mejorando el proceso de producción de los mismos.
2. Lograr que el esfuerzo de calidad a través del mejoramiento continuo se dé en toda la empresa, es decir, que incluya, además de las áreas productivas, las administrativas, ventas, recursos humanos, etc.

Normalmente la gerencia en el mundo occidental adopta la filosofía de tres expertos: Dr. W. Deming, Dr. Joseph M Duran y Philip B. Crosby quienes proporcionan diferentes conceptos que coinciden en un mismo objetivo: "CALIDAD" En el capítulo 2 hablaremos de la estrategia presentada por el Dr. W. Deming al Japón para mejorar su productividad.

Toda empresa para cubrir el primer punto de calidad, debe tomar en cuenta la aplicación del control estadístico a sus procesos de trabajo, lo cual le permitirá disponer de un instrumento eficaz para evaluar, corregir y mejorar la calidad de los bienes y/o servicios generados en la empresa. El capítulo 3 tiene como objetivo presentar las diferentes herramientas más utilizadas en el control estadístico, así como la aplicación de algunas de ellas.

Por otro lado, las empresas que pretenden trabajar con calidad en todas sus áreas deben definir los "requisitos a cumplir", tanto hacia el exterior como al interior de la empresa, y el sistema de normalización a nivel empresarial proporciona la forma institucional para establecer estos requisitos. En la actualidad la mayoría de las empresas están adoptando un sistema de Aseguramiento de Calidad en base a las normas ISO 9000 ya que estas normas toman en cuenta los requisitos desde la fase de diseño, pasando por la producción, hasta la instalación y servicio de sus productos. En el capítulo 4 se establecen los puntos a cubrir para implementar un sistema bajo esta norma.

La certificación de un sistema de calidad en base a los requerimientos de la norma ISO 9000 es VOLUNTARIA para las empresas, lo que significa que cualquiera de ellas puede adoptar la implantación de un sistema de calidad en base a esta norma, pero a un así, si se decide adoptar este sistema puede no estar sujeto a la certificación.

Lo que es claro es de que una empresa al lograr la certificación y su correspondiente registro, demostrara a sus clientes de cualquier país, que su sistema de calidad es "CONTROLADO" y avalado por un organismo certificador externo.

Cuando todos estos conceptos son aplicados en la fabricación de una torre de enfriamiento que no es otra cosa que un "intercambiador de calor", diseñado específicamente de acuerdo a las condiciones de operación requeridas para suministrar agua a la temperatura descada, los resultados que se deben obtener son

- Que se asegure que todos los productos o servicios suministrados estarán conformes con los requisitos especificados.
- Se detecte rápidamente y se controle la disposición de la "No conformidad" y se prevenga su recurrencia, mediante la aplicación de normas específicas.

Lo que dará como consecuencia, el logro de los objetivos básicos de toda empresa que son:

- Generar utilidades, operar eficientemente, satisfacer la función para la cual fue creada.
- Producir bienes o servicios para satisfacer un mercado determinado.
- La permanencia y prestigio en estos mercados.

## **CAPITULO No. 1 " TORRES DE ENFRIAMIENTO."**

El crecimiento de la población y el de la industria precisan tanto del suministro de agua, que es necesaria alguna forma de conservación. Esto se aplica en especial al agua utilizada para enfriamiento. Gracias a que los sistemas de recirculación con torres de enfriamiento disipan el calor con mínima pérdida de agua, su importancia es cada vez mayor en lugares en donde el suministro de agua esta limitado, tiene costo muy alto o los reglamentos locales exigen su conservación.

En la ejecución de sus funciones primarias, los sistemas de generación, procesos y refrigeración producen calor de desecho, el cual se debe expulsar del sistema primario a un sistema secundario que lo elimine físicamente hacia un disipador de calor, ya sea que funcione con aire o con agua, en donde se elimina dicho calor. Este circuito secundario se suele llamar sistema de enfriamiento

### **1.1. DEFINICIÓN.**

Una torre de enfriamiento es un intercambiador de calor, diseñado específicamente, de acuerdo a las condiciones de operación requeridas para suministrar el agua, para el proceso a la temperatura deseada.

### **1.2. PRINCIPIO DE OPERACIÓN.**

Generalmente el principio de operación de una torre de enfriamiento "HÚMEDA" consiste en Poner en contacto una cortina de agua caliente fragmentada y homogéneamente distribuida, con una corriente de aire frío Enfriando el agua por contacto ( convección ) y por evaporación parcial que se produce

Existiendo otros tipos, denominados torres de enfriamiento "SECA", la cual se pone en contacto el agua con una corriente de aire frío, con la diferencia que el agua circula en el interior de un tubo aleteado, simulando un radiador, y además un tercer tipo que implica una combinación de los dos anteriores llamada torre de trayectoria paralela "HÚMEDA - SECA".

Todas las torres de enfriamiento dependen de la circulación del aire sobre las superficies siendo entonces la principal diferencia entre los diseños, el método de circulación de aire, estos diseños difieren también en la manera en que las superficies de agua son expuestas al movimiento del aire

El comportamiento térmico de las gotas de agua, que caen dentro de la torre es en realidad una simple evaporación originada por la película de aire frío que envuelve a cada una de las gotas, en el agua caliente que cae dentro de la torre, a medida que cada una de las gotas de agua caen son inmediatamente rodeadas por una película de aire, originando un pequeño enfriamiento por evaporación o sea que la temperatura y la humedad de la película de aire que rodea a la gota aumenta, mientras que en la parte exterior de la gota disminuye la temperatura, siendo este efecto repetido a medida que cada gota cae.

### **1.3. CLASIFICACIÓN DE LAS TORRES DE ENFRIAMIENTO.**

A través del tiempo se ha diseñado y fabricado diferentes tipos de torres de enfriamiento para la disipación del calor. Las mejoras de los métodos de enfriamiento son notorias, en la comparación de los progresos obtenidos al enfriar el agua. El antecedente de las actuales torres de enfriamiento fueron los "ESTANQUES DE ROCIO", que consisten en un sistema de tuberías con toberas especiales, a una altura de 6 a 8 ft., arriba de un depósito de concreto.

El agua caliente es bombeada a través del sistema de tuberías y descargada por las toberas instaladas con una descarga hacia arriba, el agua será enfriada por el aire en movimiento.

Observándose que la eficiencia de estos estanques de rocío no era adecuado para la disipación de calor de algunos procesos, dio lugar a que se fuera realizando modificaciones en el diseño original, tomando en cuenta las condiciones que afectan su comportamiento y operación, aplicación y tipo de proceso industrial, además de la localidad geográfica donde serán instaladas. La clasificación actual de las torres de enfriamiento esta dada a continuación.

### **CLASIFICACIÓN DE TORRES DE ENFRIAMIENTO**

#### **1. Atmosféricas.**

#### **2. Por su tiro:**

- a) Tiro natural
  - Hiperbólicas flujo cruzado
  - Hiperbólicas contra flujo
- b) Tiro mecánico
  - Tiro forzado
  - Tiro inducido
  - Tiro híbrido

**3. Corriente de aire:**

- a) Flujo cruzado.
  - Flujo sencillo.
  - Flujo doble.

- b) Contraflujo.

**4. Relleno de aspersión.****5. Por su construcción:**

- a) Armado en campo.
- b) Armado en fábrica.

**6. Por su diseño:**

- a) Rectilíneas y multiceldas.
- b) Tiro mecánico circular y flujo cruzado.
- c) Tiro mecánico octagonal y contra flujo.

**7. Por su transferencia de calor:**

- a) Torres húmedas.
- b) Torres secas
- c) Torres de trayectoria paralela húmeda - seca.

**8. Por el gasto de agua que maneja:**

- a) Torres paquete.
  - De 23 gal/min. - 713 gal/min.
- b) Torres industriales
  - De 135 gal/min - 6700 gal/min.
- c) Torres industriales de concreto
  - De 6000 gal/min - .... gal/min.

## **1.4. DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE TORRE DE ENFRIAMIENTO.**

### **1.4.1. TORRES ATMOSFÉRICAS.**

Estas torres no utilizan equipo mecánico (ventilador) para hacer circular el aire dentro de la torre.

Su capacidad es de 30,000 a 40,000 btu/min. su altura es de 6 a 15 ft. tienen un estanque de rocío estrecho con las boquillas encima de él y una pared ó reja de tablillas muy alta. Las boquillas rocían hacia abajo.

La capacidad varia de 0.6 a 1.5 gal/min/ft<sup>2</sup> de área transversal de la torre. Estas torres se utilizan;

- a) Cuando al equipo al cual sirven puede soportar un aumento de unos cuantos grados en la temperatura del agua fría con un viento a baja velocidad o sin viento.
- b) El brisado de la torre de enfriamiento no es molesto.
- c) La torre se puede colocar donde no haya otros edificios, árboles, etc., que corten el viento.

### **1.4.2. TORRES POR SU TIPO DE TIRO.**

#### **TIRO NATURAL.**

Estas torres son extremadamente confiables y pronosticables en su desempeño térmico. El aire que corre a través de la torre, es producido por la diferencia de densidad, que existe entre el aire caliente durante el recorrido de la torre y el aire frío relativo del ambiente fuera de la torre. Generalmente estas torres exceden los 500 ft. de altura.

Aunque las torres hiperbólicas son más caras que otros tipos, son muy utilizadas en el campo de la generación de energía eléctrica, donde existen grandes cantidades de calor.

## **TORRES DE TIRO MECÁNICO.**

### **Torres de tiro forzado.**

Las torres de tiro forzado se caracterizan por el aire que entra a grandes velocidades y la salida del mismo a menor velocidad, son más susceptibles a la recirculación y tienen un menor rendimiento de estabilidad que las de tiro inducido, cuando se localizan en un ambiente donde el aire es muy frío, los ventiladores pueden llegar a llenarse de hielo y producir un desbalanceo.

generalmente las torres de tiro forzado están equipadas con una bomba centrífuga, en caso de necesitar caballos de fuerza, tienen la ventaja de operar contra presiones altas en estática, también pueden ser instaladas bajo techo, ya que el tamaño lo permite.

### **Torres de tiro inducido.**

Estas torres tienen una descarga de aire 3 o 4 veces más rápida que la velocidad de entrada del mismo, que aproximadamente es de 5 millas por hora, la potencia de circulación de una torre de tiro inducido, lo indica la misma torre, por lo tanto puede ser más fácilmente cuantificable solamente con las condiciones del medio ambiente.

La localización del ventilador dentro de la corriente de aire, protege al ventilador de que se forme hielo en los componentes mecánicos, la capacidad de las torres de tiro inducido en una instalación va de 15 G.P.M. y como máximo 7 000 000 de G.P.M.

### **Torres de tiro híbrido.**

Puede parecer como torres de tiro natural, pero por dentro se puede observar que esta equipada con equipo mecánico y ventilador para aumentar la corriente de aire, su diseño es para minimizar los caballos de fuerza que se requieren para hacer circular el aire, los ventiladores los ventiladores solamente serán puestos en operación cuando las corrientes de aire sean altas en lugar donde hay descargas leves de la pluma\* de la torre.

Las descargas elevadas de una torre de tiro inducido asistida por un ventilador puede ser una buena justificación para su uso.

---

\* Pluma Es la mezcla de la corriente de aire caliente con el vapor de agua que descarga una torre de enfriamiento

### **1.4.3. POR LA CORRIENTE DE AIRE.**

#### **FLUJO CRUZADO.**

Tiene un relleno por el cual el aire circula horizontalmente a través de la caída de agua, el agua al ser enfriada se encuentra arriba de las áreas del relleno y es distribuida a través del mismo por gravedad, mediante orificios en el piso del depósito.

La limpieza de esta torre puede hacerse por secciones, mientras las torres siguen funcionando.

Las torres de flujo cruzado también son subclasificadas en:

#### **Flujo sencillo.**

Tiene solamente una toma de aire y una sección de relleno y los otros tres lados de la torre están sellados.

Las torres de flujo sencillo son normalmente usadas en lugares en donde el aire corre en una sola dirección.

#### **doble flujo.**

Porque el ventilador induce el aire por dos tomas a través de dos grupos de relleno.

#### **CONTRA FLUJO.**

El aire se mueve verticalmente a través del relleno, contrario a la caída de agua, ya que se necesita una carga y descarga grande de agua.

Algunas de las torres a contraflujo son físicamente más altas requieren un bombeo mayor de agua y utilizan más poder para los ventiladores que las torres de flujo cruzado, en torres grandes a contraflujo se utilizan sistemas de distribución para mejorar el paso del agua.

Se recomienda no exponer el agua de estas torres directamente al sol, ya que el contacto de este con el agua, produce algas.

### **1.4.4. RELLENO DE ASPERSIÓN (SPRAY FILLED).**

Estas torres no tienen relleno, estas dependen únicamente del salpiqueo de agua producido por el sistema de distribución al contacto con el aire. El uso de estas torres generalmente es aplicado en procesos en donde el agua adquiere temperaturas muy altas, también se utilizan cuando hay contaminantes o sólidos dentro de ella.

#### **1.4.5. CLASIFICACIÓN POR SU CONSTRUCCIÓN.**

##### **ENSAMBLADAS EN CAMPO.**

Estas son armadas en el sitio en donde van a ser utilizadas, todas las torres grandes y muchas de las pequeñas son prefabricadas, marcadas las piezas y embarcadas hacia el sitio donde se van a ensamblar.

Las muy grandes o de multicelda son ensambladas como celdas y son embarcadas como herramientas apropiadas para unir las.

##### **ENSAMBLADAS EN FABRICA.**

Son torres de dimensiones reducidas, que son ensambladas en la fabrica, y que se embarcan completas, las torres ensambladas en fabrica, son conocidas como torres paquete.

#### **1.4.6. CLASIFICACIÓN POR SU DISEÑO.**

##### **RECTILINEAS.**

Son construidas por celdas que aumentan su longitud y número de celdas necesarias para evaluar el desempeño termal requerido.

##### **TIRO MECÁNICO CIRCULAR.**

Como el nombre lo indica, son de forma circular con los ventiladores lo más cercano al centro de la torre.

##### **TIRO MECÁNICO OCTOGONAL.**

Son torres de muchas caras que también entran en la clasificación general de las torres circulares.

#### **1.4.7. POR SU TRANSFERENCIA DE CALOR.**

##### **TORRE HÚMEDA.**

Son aquellas que ponen en contacto una cortina de agua fragmentada y homogéneamente distribuida, con una corriente de aire frío

##### **TORRE SECA.**

Todas las torres anteriormente descritas funcionan por la evaporación del agua al entrar en contacto con el aire.

Las torres secas no utilizan directamente el contacto del aire con el agua, por lo cuál no produce evaporación, ya que estas torres cuentan con un serpentín por donde corre agua en el interior de los tubos, la cual es enfriada a contraflujo cruzado del aire que corre por el exterior de los mismos.

##### **TORRES DE TRAYECTORIA PARALELA HUMEDA-SECA.**

El agua en las torres de enfriamiento es ampliamente utilizada por varias industrias para el propósito de remover el calor excedente. Actualmente estos dispositivos son "AIRE-AGUA", el intercambiador de calor evaporativo. Este proceso de remover calor, involucra principalmente la evaporación del agua y por lo tanto dirigido para otros efectos, incluyendo descargas de vapor de pluma, las cuales son visibles en ocasiones y requieren por ello agua de reemplazo.

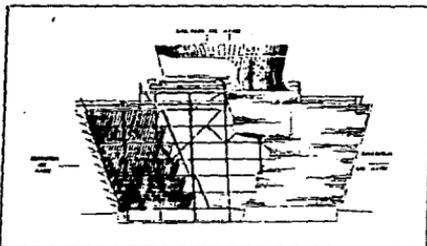
La discusión involucra al análisis de comparación a ambas, requiriendo de agua de reposición y para una torre de enfriamiento estándar, y una descarga de aire frío. Las torres de trayectoria paralela HUMEDA-SECA, también puede ser utilizadas para reducir las máximas temperaturas de operación en verano, y el calor de descarga del aire frío.

#### **1.4.8. POR EL GASTO DE AGUA QUE MANEJA.**

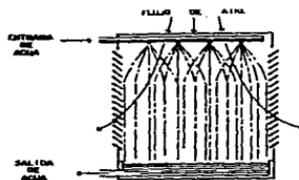
La clasificación de torres de enfriamiento con los gastos de agua anotados en el punto 1.3., son rangos aproximados ya que el tamaño, tipo y características de cada torre se adecuan a las necesidades específicas de cada usuario del proceso.

Estas torres también entran en la clasificación de las torres armadas en campo ya que por sus dimensiones así lo requieren

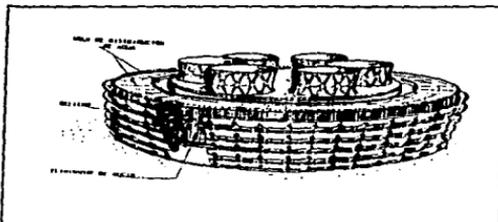
## TIPOS DE TORRES DE ENFRIAMIENTO



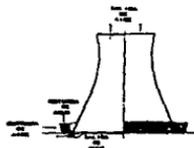
TORRE DOBLE FLUJO



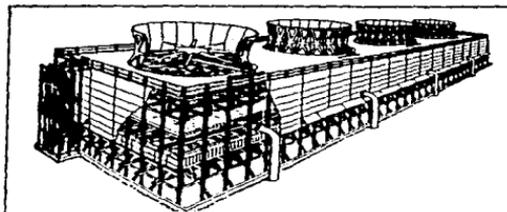
TORRE ATMOSFERICA



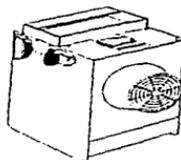
TORRE MECANICO CIRCULAR



TIRO NATURAL



TORRE ENSAMBLADO EN CAMPO



TORRE TIPO PAQUETE

## **1.5. COMPONENTES DE UNA TORRE DE ENFRIAMIENTO**

En términos generales los componentes de una torre de enfriamiento se pueden clasificar en:

### **1.5.1. ESTRUCTURALES.**

- a) Barras tensadoras, largueros, soportes, paredes laterales.
- b) Relleno o empaque
- c) Soporte de relleno o empaque.
- d) Cilindro de ventilador.
- e) Bases de anclaje
- f) Eliminador de rocío.
- g) Persianas.
- h) Soporte equipo mecánico.
- i) Herrería.
- j) Depósito de agua fría (BASIN).
- k) Cárcamo.

### **1.5.2. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.**

- a) Tuberías de entrada y salida.
- b) Orificios de distribución.
- c) Válvulas.
  - Control de flujo
  - De flotador.
  - De sobre flujo.
- d) Depósito de distribución.
- e) Caja de distribución.
- f) Tubería.
  - De distribución.
  - Tee.

### **1.5.3. ELÉCTRICOS.**

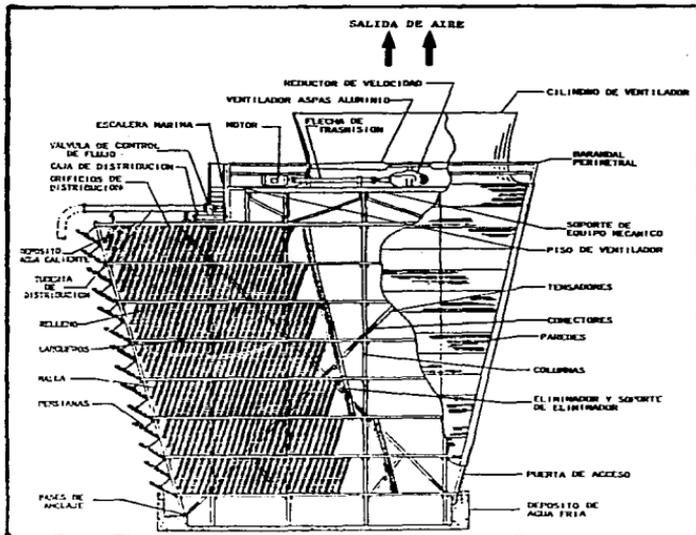
- a) Motores.

### 1.5.4. MECÁNICOS.

- a) Ventilador.
- b) Reductor de velocidad, línea de lubricación.
- c) Flecha de transmisión.

### 1.5.5. SEGURIDAD.

- a) Barandal perimetral.
- b) Guarda coplee.
- c) Guarda ventilador.
- d) Guarda flecha.
- e) Escaleras de acceso.
- f) Switch limite de vibración.



COMPONENTES DE UNA TORRE DE ENFRÍAMENTO

## **1.6. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES.**

### **1.6.1. ESTRUCTURALES.**

#### **a.1. Barras tensoras, largueros, columnas.**

Son elementos estabilizadores de la estructura de la torre.

#### **a.2. Paredes laterales.**

Elementos importantes que impiden el paso del aire al interior de la torre en ambas caras.

#### **b. Relleno o empaque.**

Elemento interno que fragmenta el agua para incrementar el enfriamiento de la misma.

#### **c. Soporte de relleno o empaque.**

Elementos que sirven de apoyo o sostén al relleno dentro de la torre.

#### **d. Cilindro de ventilador.**

Canaliza el aire que produce el ventilador al exterior.

#### **e. Bases de anclaje.**

Elementos de fundición que sirven de soporte a los elementos estabilizadores en el desplante de la torre.

#### **f. Eliminador de rocío.**

Elemento que impide el arrastre excesivo de agua originado por el ventilador.

#### **g. Persianas.**

Aditamento que dirige el flujo de aire que entra a la torre.

#### **h. Soporte de equipo mecánico.**

Elemento sobre el cual va instalado el motor, flecha de transmisión, reductor de velocidad, ventilador, guardaflecha y guardacople.

#### **i. Herrajería.**

Elementos que permiten unir y afianzar a todos los elementos estabilizadores de la estructura, paredes laterales, soportes de persianas, etc., e incluyen tornillos, tuercas, rondanas planas, rondanas de presión, y clavos.

#### **j. Deposito de agua fría (BASIN).**

Recipiente donde se aloja el agua ya fría.

#### **k. Cárcamo.**

Elemento que permite la succión del agua al sistema

## 1.6.2. SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN.

### a. Tuberías de entrada y salida.

Elementos que conducen tanto el agua caliente hacia la torre como el agua fría a la salida de la torre.

### b. Orificios de distribución.

Se localizan en el depósito de distribución de agua caliente y su función es regular y distribuir el flujo de aguas que pasa a la zona del relleno.

### c. Válvulas:

c.1. **Control de flujo.**- Regula el flujo de agua caliente que llega a la torre en cada caja de distribución.

c.2. **Válvula de flotador.**- Controla la cantidad de agua de reposición originada por evaporación.

c.3. **Válvula de sobreflujo.**- Dispositivo que evita el derrama de agua en el depósito.

### d. Depósito de distribución.

Recipiente donde se deposita el agua caliente para distribuirse en la zona de relleno por medio de los orificios.

### e. Caja de distribución.

dispositivo que recibe el agua caliente que llega a la torre y la distribuye en el depósito de distribución.

### f. Tuberías:

f.1. **De distribución.** - Elementos que conducen y distribuyen el agua caliente hacia la caja de distribución.

f.2. **Tee.**- Conexión en una de las cajas de distribución para instalar las válvulas de control de flujo.

## 1.6.3. ELÉCTRICOS.

### a. Motores.

Generadores de movimiento al equipo.

#### **1.6.4. MECÁNICOS.**

**a. Ventilador.**

Generador de velocidad y volumen del aire al exterior de la torre.

**b. Reductor de velocidad.**

Reduce la velocidad que el motor transmite a través de la flecha.

**c. Flecha de transmisión.**

Elemento de enlace del motor con el reductor.

#### **1.6.5. SEGURIDAD.**

**a. Barandal perimetral.**

Dispositivo de seguridad localizado en la parte superior de la torre.

**b. Guarda-cople.**

Dispositivo de seguridad que se coloca sobre el coplee del lado del motor.

**c. Guarda ventilador.**

Dispositivo de seguridad que se coloca sobre el cilindro.

**d. Guarda flecha.**

Dispositivo de seguridad.

**e. Escalera de acceso.**

Permite el acceso a diferentes niveles de la torre para su mantenimiento.

**f. Switch limite de vibración.**

Elemento mecánico que bloquea el paso de energía al motor de la torre en caso de vibración fuera de rango.

## **CAPITULO No. 2 " FILOSOFÍA DE LA CALIDAD."**

### **2.1. HISTORIA DE LA CALIDAD.**

El concepto de calidad ha estado presente desde hace muchos siglos. El código de Hammurabi\* que data de 2000 A.C. ya mencionaba cual era la pena que un trabajador recibía si su trabajo no era realizado con calidad. Los egipcios realizaban labores de control de calidad en los bloques de piedra utilizados en la construcción de las pirámides respecto a sus dimensiones especificadas; esta actividad también fue realizada por los mayas. Durante el siglo XIII empezaron a existir los aprendices y los gremios. Los artesanos se convirtieron tanto en entrenadores como inspectores; conocían a fondo su trabajo, sus productos y sus clientes y se empeñaban en que hubiera calidad en lo que hacían.

A principios de siglo XX se inicia el desarrollo científico de la calidad. La fabricación de productos en serie en líneas de ensamble introducido por Henry Ford, dividió operaciones complejas en procedimientos sencillos, capaces de ser ejecutados por obreros no especializados, dando como resultado productos de gran tecnología a bajo costo.

Así se inicia la inspección para separar los productos aceptables de los defectuosos.

#### **" la calidad era responsabilidad del departamento de producción "**

Este sistema de calidad dejó de ser una prioridad para los departamentos de producción ya que era más importante cumplir con los plazos de entrega que satisfacer los requerimientos establecidos en las especificaciones. Esto dio origen a la creación de la función de la inspección como una función independiente de producción.

A partir de 1920 la Wenster Electric\* creó su departamento de ingeniería de inspección que se ocupaba de los problemas creados por los defectos de sus productos y falta de coordinación entre sus departamentos.

En 1924 el matemático Walter Shewhart\* introdujo el control estadístico de calidad. Aunque su interés primordial era en los métodos estadísticos, él fue la primera persona en hablar de aspectos filosóficos de la calidad.

En 1935 E.S. Pearson\* desarrolló la norma británica 600 para aceptación de muestras de material, la cual fue substituida por la norma británica 1008, adaptación de la norma Z-1 desarrollada durante la segunda guerra mundial. Fue en este periodo cuando se aceleró el estudio científico de la calidad.

\* C.E.B. TECNOLAB No. 48/marzo 1993/vol. XI

Los años 50's y 60's Armand V. Feigenbaum\* fijó los principios básicos del CONTROL DE CALIDAD TOTAL:

**" El control de calidad existe en todas las áreas de los negocios desde el diseño hasta las ventas."**

Hasta el momento todos los esfuerzos en la calidad habían estado dirigidos ha corregir desviaciones, no ha prevenir las. El concepto desarrollado por Feigenbaum fué adoptado por Kaoru Ishikawa\*.

En los años 50's se desarrollo el concepto de confiabilidad y manteneabilidad, dando énfasis a la calidad de diseño y su aceptabilidad a las condiciones ambientales procurando con esto alargar la vida de los productos.

Con la industria espacial y nuclear se desarrolló el aseguramiento de calidad, desde los insumos hasta la operación de los equipos.

El aseguramiento de calidad dio origen a la certificación de la calidad que se ha traducido en la actualidad en las normas ISO-9000, publicadas por Internacional Standard Organización. Ha sido tan importante lo anterior que prácticamente todos los países del mundo han adoptado estas normas.

## **2.2. DEFINICIÓN DE LA CALIDAD.**

La definición o el concepto de la palabra CALIDAD a cambiado con el tiempo. En un principio la definición tenía como palabra clave al producto o servicio: "Cumplimiento con especificaciones las cuales no necesariamente tomaban en cuenta las necesidades de los clientes".

Con el desarrollo militar se empezaron a manejar conceptos como CONFIABILIDAD y MANTENEABILIDAD que permiten tener la confianza de que los productos tendrían una mayor vida.

En la época actual los clientes han adquirido una vital importancia, los conceptos iniciales se modificaron porque al tomar en cuenta la opinión de las personas a las cuales se quiere satisfacer, los diseños se modificaron, los métodos de producción se optimizaron para poder dar buenos precios y la definición de CALIDAD se unifico. ISO 9000 define la calidad como:

**"EL CONJUNTO DE CARACTERÍSTICAS DE UN PRODUCTO O SERVICIO QUE LE CONFIEREN LA APTITUD PARA SATISFACER NECESIDADES EXPLÍCITAS E IMPLÍCITAS."**

### 2.3. ESTRATEGIA PRESENTADA AL JAPÓN POR EL Dr. DEMING.

El Dr. W. Edwards Deming ha promovido diversos conceptos y filosofías relacionadas al mejoramiento de la calidad en todo el mundo. Su más notables enseñanzas son conocidas como la "filosofía de Deming", "reacción en cadena", "los 14 puntos de Deming" y "El ciclo PHVA de Deming". Estas enseñanzas son discutidas brevemente en las siguientes secciones:

#### 2.3.1. LA FILOSOFÍA DE DEMING.

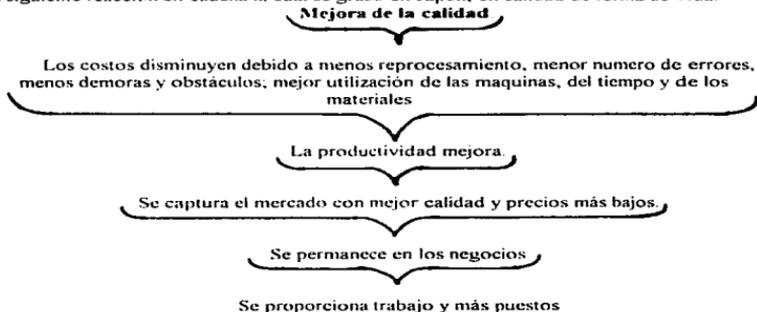
El elemento básico de la filosofía de Deming es que se debe desarrollar la teoría adecuada y proveer de las herramientas adecuadas para mejorar la calidad.

El apoya la construcción de la calidad dentro de un producto para llevar acabo, bajar los costos, mejorar la productividad, y tener una satisfacción de los consumidores.

El descalifica la práctica de un 100% de inspección. En cambio, él favorece el uso de métodos estadísticos para el rastreo y reporte de la calidad del producto.

#### 2.3.2. REACCIÓN EN CADENA.

Durante los años de 1948 y 1949 la administración de varias empresas japonesas observo, que el mejoramiento de la calidad produce, en forma natural e inevitable, el mejoramiento de la productividad, gracias a ello y a las enseñanzas del Dr. Deming surgió la siguiente reacción en cadena la cual se grabó en Japón, en calidad de forma de vida.



El mejoramiento de la calidad incluye todas las líneas de producción, desde que se reciben los materiales hasta llegar al último consumidor, y el rediseño del producto y el servicio a futuro.

Deming pensó no solamente en la reacción en cadena, sino también en los métodos para lograr la calidad. La administración aprendió sus responsabilidades para lograr cada nivel. Los ingenieros consideraron sus responsabilidades y aprendieron métodos estadísticos sencillos, pero poderosos, para detectar la existencia de causas especiales de variación y también aprendieron que el mejoramiento de los procesos es fundamental.

### **2.3.3. PROPUESTA DEL DR. W. EDWARDS DEMING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD.**

El Dr. DEMING propone 14 requisitos que la alta dirección debe de cubrir para mejorar la productividad, los cuales son:

#### **1. Se debe ser perseverante en el propósito de mejorar el producto y el servicio.**

Esto se logra con un plan diseñado para ser competitivo y para que el negocio permanezca activo por tiempo indefinido proporcionando empleos.

El cuerpo directivo debe preguntarse si solo busca ganancias inmediatas, o si más bien enfoca su atención al problema de permanecer en el mercado por tiempo indefinido.

Esto último significa aceptar entre otras, las siguientes obligaciones

#### **1a. La de innovar.**

La innovación requiere dedicar recursos para planear a largo plazo.

Los planes deben de tener consideración:

- \* Nuevos servicios y nuevos productos que ayuden a la gente a vivir mejor.
- \* Nuevos materiales que en el futuro se van a necesitar.
- \* Posibles cambios en el equipo y en el método de producción.
- \* Reentrenamiento del personal, etc

#### **1b. La de dedicar recursos a la investigación y a la educación.**

#### **1c. La de mejorar constantemente el diseño del producto y el servicio.**

Se necesita actuar siempre con el propósito de proporcionar:

- \* productos y servicios que ayuden al hombre a vivir mejor;
- \* productos y servicios para que nunca falten clientes.

## **2. Adoptar la nueva filosofía, estamos en una nueva era económica.**

No podemos seguir aceptando niveles de demora, errores, materiales defectuosos, y defectos de fabricación. La administración debe darse cuenta del nuevo desafío, debe aprender a cumplir su responsabilidad y a ser líder en el cambio a efectuar

La competitividad va en aumento día tras día. Esto significa que a largo plazo sólo permanecerán en el mercado las compañías o instituciones que a menor costo ofrezcan mayor calidad en sus productos o servicios. Lo cual implica que se debe de trabajar sin los errores que aumentan el costo de producción y que repercuten en el precio del producto terminado.

## **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 inspección masiva.

La inspección masiva es 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. En su lugar se debe promover el mejoramiento del proceso.

## **4. Requerir a los proveedores dar evidencia estadística de calidad.**

Se debe acabar con la practica que usa como criterio de compra sólo el precio más bajo. Lo importante es minimizar el costo total. Es preferible tratar con un número reducido de proveedores con los que hayan creado una relación duradera, leal y confiable.

No se debe preferir al proveedor que ofrezca el mejor precio, sino a aquel que, con evidencia estadística juntamente con un precio competitivo, ofrezcan mejor calidad.

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

El propósito de la calidad debe de estar presente desde la etapa del diseño. Por eso, es tan importante que el diseño del producto sea el resultado de un trabajo en equipo. Hay que mejorar constantemente los métodos y las pruebas, y comprender cada vez mejor las necesidades de los consumidores y la forma como ellos van a usar el producto.

El mejoramiento del sistema significa reducir constantemente el desperdicio y mejorar día a día la calidad de cada una de las actividades.

El mejoramiento constante de la calidad se traduce en aumento de la productividad

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

Uno de los despilfarros más importantes que puede haber en alguna 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 este se da en forma muy deficiente y con instrucciones difíciles de comprender. Se deben emplear métodos estadísticos para saber en qué momento ya no es necesario el entrenamiento.

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

La administración debe distinguirse por su capacidad de liderazgo. Como líderes auténticos los jefes deben conocer el trabajo que supervisan, a fin de ayudar a su personal a mejorar su propio desempeño.

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

Ninguno puede dar lo mejor de sí cuando no se siente seguro y mientras no superan el miedo en cualquiera de sus manifestaciones: miedo de expresar sus propias ideas, de preguntar, etc. el miedo implica siempre una pérdida económica. Por eso, se debe de crear un ambiente que propicie la seguridad en el desempeño personal.

Si no se suprime el miedo, no se puede servir a los mejores intereses de la compañía, ya que entonces el trabajador cumple a cualquier costo lo que se le pide, sin importar que los materiales sean los apropiados o que las máquinas operen correctamente.

El miedo es síntoma de deficiencias en el entrenamiento y en la forma en como se efectúa la supervisión.

#### **9. Deben eliminarse las barreras interdepartamentales.**

Las personas de investigación, diseño, ventas y de producción, 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.

**10. No se debe poner a los trabajadores metas numéricas como también salen sobrando exhortaciones o amonestaciones.**

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.

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.

**11a. Hay que eliminar las cuotas numéricas.**

Cuando la empresa trabaja en base a cuotas promedio y los trabajadores se dan cuenta de ello, quienes habían superado la cuota promedio tenderán en adelante a producir no más allá de dicha cuota promedio y esperaran aburridos la hora de salida. Esta forma de proceder tiene como resultado insatisfacción en el personal y pérdidas económicas para la compañía.

Las cuotas son un obstáculo para el mejoramiento de la calidad y productividad. En su lugar, se debe instaurar un sistema eficiente de supervisión y fomentar que el operario se sienta orgulloso del trabajo realizado.

Las cuotas son incompatibles con el mejoramiento continuo. La administración los debe reemplazar por instrucción, educación y por un liderazgo inteligente y substancialmente la calidad y productividad aumentaran.

**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.

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.

Las únicas cuotas que un administrador puede dar a conocer a su gente son las referentes a las supervivencia de la empresa.

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

Lo primero que un operario necesita es que le expliquen en que consiste propiamente su trabajo ya que nadie puede sentirse orgulloso de su trabajo si no sabe, las condiciones que se necesitan para que su trabajo se considere bien hecho

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

**13. Se debe impulsar la educación de todo el personal y su autodesarrollo. Las organizaciones necesitan gente con estudios y con preparación, no solo gente buena.**

En el grado de preparación de las personas estan los cimientos que permiten avanzar en el campo de la competitividad. Todos tenemos una responsabilidad en la reconstrucción de la industria y por eso todos, incluidos los administradores tienen necesidad de recibir una nueva educación además que en su desempeño profesional no solo busca la retribución económica sino también aportar algo a la sociedad.

**14. Hay que emprender las acciones necesarias para lograr la transformación de la empresa.**

Quienes integran la administración deben estar de acuerdo en su forma de pensar y en la dirección que la empresa va a tomar al introducir esta nueva filosofía. Deben tener el valor de romper con la tradición y deben sentirse orgullosos por haber adoptado el nuevo modelo administrativo y por cumplir con sus nuevas obligaciones.

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 proceso y sus resultados

Como miembro de un equipo, cada uno de sus integrantes debe tener la oportunidad de contribuir con ideas y planes, pero debe esperar a que sus mejores contribuciones logren un consenso entre sus compañeros

### 2.3.4. EL CICLO PHVA DE DEMING.

El ciclo PHVA (Planear-Hacer-Verificar-Actuar) de Deming es otra bien conocida filosofía que ha caracterizado el incremento de interés en la calidad.

Aunque este es popularmente conocido como el ciclo de Deming, este fue introducido en realidad primero W. A. Shewhart como el ciclo de Shewhart.

Deming introdujo el ciclo de Shewhart a Japón en los inicios de 1950. Entonces fueron los japoneses quienes implementaron este como el ciclo de Deming. Ese nombre fue desde entonces popularizado más que el nombre original. Deming recomendó usar el ciclo PHVA como un medio de implementar los 14 puntos de Deming. El ciclo recomienda esfuerzos continuos para llevar a cabo un continuo mejoramiento en la calidad del producto. En la siguiente figura se presenta una representación gráfica del ciclo y los pasos del ciclo PHVA son explicados a continuación:



Ciclo PHVA de Deming.

#### I. PLANEAR.

Este paso comprende una determinación de que va a ser llevado a cabo y como esto será llevado a cabo. Las apropiadas preguntas para este paso son: ¿cuál es el objetivo específico?, ¿Quiénes son los miembros del equipo?, ¿Cuándo el plan se llevará a efecto?, ¿Para cuándo son las expectativas de que el plan termine?, ¿Cuales serán las necesidades que acarreará el plan?, ¿Qué datos están ya disponibles?, ¿Qué datos necesitarán ser corregidos?, ¿Qué herramientas estadísticas son necesarias para interpretar resultados?.

Con una clara documentación del plan, la posibilidad de equivocación y un concepto erróneo pueden ser reducidos. Un aspecto importante, es que el plan debería de procurar igualar el rendimiento del proceso con las necesidades del consumidor.

El mejoramiento de la calidad produce, en forma natural e inevitable, el mejoramiento de la productividad.

## 2. HACER.

Un plan es justo un plan, hasta que este es implementado. En este paso, las actividades son desarrolladas de acuerdo con el plan establecido. La interrelación entre las actividades debería ser determinada y revisada basada en los objetivos deseados. El paso HACER facilita una experimentación actual con nuevas ideas. Esto permite al plan ser implementado en pequeña escala para evaluar la eficiencia de este.

## 3. VERIFICAR.

Un no mejoramiento puede ser llevado a cabo sin revisar el nivel actual de desarrollo. En este paso una verificación de los resultados del plan es hecha. Las apropiadas preguntas para este propósito son: ¿Que también se han satisfechos los objetivos especificados?, ¿Qué nivel de desviación fue observado?, ¿Es la desviación aceptable?, ¿Puede la deficiencia predominante ser superada?, ¿Puede el plan ser replegado para otros procesos?

Un importante aspecto del paso VERIFICAR es una determinación de que medidas se tomarán para facilitar la evaluación del proceso.

## 4. ACTUAR.

En este paso, las acciones deben ser tomadas basadas en los resultados del paso 3. Si los resultados son negativos, deberían de tomar las medidas para identificar que ocasionó los errores y así que ellos puedan ser evitados en el futuro. Si los resultados son positivos, se deberían tomar las medidas para determinar como pueden ser llevados a cabo resultados similares en los demás procesos.

El ciclo PHVA de Deming requiere que el mejoramiento de la calidad esté aproximado como un ciclo sin fin. La continua interacción entre departamentos funcionales es importante para proveer productos y servicios que satisfagan a los consumidores

## **CAPITULO No. 3 "CONTROL ESTADISTICO"**

El control de calidad tiene una larga historia, practicamente nace con los albores de la propia industria, desde el momento en que el hombre comenzo a elaborar utensilios con sus manos, es evidente que existió interes en la calidad de lo producido

Por otra parte, el Control Estadístico de Calidad es relativamente nuevo, la estadística comenzo a ser aplicada en forma efectiva al control de calidad, en la década de los veinte, teniendo como base el desarrollo de una teoría científica del muestreo

Este capitulo presenta los principios y procedimientos basicos del control estadístico de calidad. Su propósito es ser útil en la comprensión de los procedimientos actualmente en uso, así como los futuros adelantos.

A continuación se presentan las técnicas que deben conocer todos los dirigentes de los Círculos de control de Calidad y posteriormente aplicaremos algunas de ellas en la fabricación de Torres de enfriamiento.

### **BASICOS.**

- Diagrama de Pareto.
- Diagrama de causa y efecto.
- Histograma.
- Planillas de inspección.
- Estratificación.
- Diagrama de dispersión.

### **INTERMEDIOS.**

- Gráficos de Control.
- Muestreo de aceptación.
- Métodos estadísticos.

### **AVANZADOS.**

- Diseño de experimentos
- Regresión y correlación

### 3.1. HISTOGRAMA.

El histograma es un gráfico de barras, el cual se construye tomando como base un sistema de coordenadas. El eje horizontal se divide de acuerdo con las fronteras de clase. El eje vertical se gradúa para medir la frecuencia de las diferentes clases. Estas se presentan en forma de barras que se levantan sobre el eje horizontal

Cada barra se denomina clase. El ancho de la barra es el intervalo de clase; los valores numéricos correspondientes a los extremos de las barras son los límites de las clases, el valor central de cada clase se llama valor representativo o valor medio.

El histograma se utiliza para visualizar el comportamiento del proceso con respecto a determinados límites, para diagramar la precisión de las máquinas o en estudios de eficiencia del proceso, para tratar de eliminar la cantidad de piezas defectuosas y mejorar el rendimiento y la calidad de los productos, etc. y por último, para tratar de aumentar la conciencia de los operarios en materia de control de calidad gracias a las mejoras reales que pueden lograrse en el lugar del trabajo.

#### EJEMPLO.

Los datos siguientes representan mediciones realizadas a un lote de piezas de acero recubiertas con Zinc (espesor de galvanizado) en milésimas de pulgada (mils.). El límite de tolerancia mínima de espesor permitido es de 3 mils.

Estos datos sirvieron de referencia para elaborar el histograma correspondiente.

DATOS										X max	X min
4.5	4.5	6.0	10.0	2.8*	11.5*	5.5	7.0	4.2	3.5	11.5*	2.8
6.0	5.0	3.8	5.5	4.2	3.5	5.0	8.0*	5.0	3.5*	8.0	3.5
8.0	6.0	4.0	6.0	4.0	3.2*	8.0	10.0*	4.0	5.0	10.0	3.2
5.0	4.5	4.0	5.0	3.0*	5.5	6.0	9.0*	4.2	4.0	9.0	3.0
5.0	5.5	3.5	4.0	4.5	8.0	9.0*	7.0	9.0	3.0*	9.0	3.0
6.5	4.5	4.5	2.5	2.0*	4.5	6.0	7.0*	3.8	3.5	7.0	2.0*
3.8	3.5	3.5	6.5	3.0*	9.0*	8.0	5.0	3.5	7.0	9.0	3.0
7.5	4.5	8.0	6.5	11.0*	3.2*	6.0	4.5	4.0	4.5	11.0	3.2
3.8	4.5	3.5	3.2*	10.5*	3.7	7.0	7.0	6.8	9.0	10.5	3.2
6.5	3.5	4.5	3.0*	8.0	4.7	6.2	10.0*	3.5	4.0	10.0	3.0
5.5	5.0	4.5	4.5	3.0*	5.0	6.0	6.0	8.0*	4.0	8.0	3.0
4.0	5.0	5.5	7.0*	3.5*	4.5	4.2	7.0	3.6	4.0	7.0	3.5
5.5	6.0	7.0	5.0	4.2	6.0	2.8*	8.0*	4.8	3.5	8.0	2.8
5.5	5.5	5.0	3.0*	7.0	4.5	6.5	4.0	7.0	9.0*	9.0	3.0
5.5	5.0	5.5	4.5	3.0*	3.0	7.0*	7.0	4.0	6.5	7.0	3.0
										X <sub>max</sub> =11.5	X <sub>min</sub> =2.0

- \* Mayor de la fila
- \* Menor de la fila

**DATOS.**

$U_e$  = Una pieza de acero.

$X$  = El espesor de galvanizado de una pza.

$n$  = 150

$X_{\min.}$  = 2.0

$X_{\max.}$  = 11.5

**RANGO (R).**

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

$$R = 11.5 - 2.0$$

$$R = 9.5$$

\* Si  $K = 10$  clases.

$$A = R/K = \text{Amplitud}$$

$$A = 9.5/10$$

$$A = 0.95$$

$$A \approx 1.0$$

U. medida = 0.1

Clase No.	Limite de clase	Conteo fi	Ui	fiUi	fiUi2
1	1.95 - 2.95	4	-2	-8	16
2	2.95 - 3.95	30	-1	-30	30
3	3.95 - 4.95	37	0	0	0
4	4.95 - 5.95	25	1	25	25
5	5.95 - 6.95	19	2	38	76
6	6.95 - 7.95	14	3	42	126
7	7.95 - 8.95	9	4	36	144
8	8.95 - 9.95	6	5	30	150
9	9.95 - 10.95	4	6	24	144
10	10.95 - 11.95	2	7	14	98

TOTAL  $\Sigma f_i = 150$

$\Sigma f_i U_i = 171$

$\Sigma f_i U_i^2 = 809$

**CALCULO DE LA MEDIA ( $\bar{X}$ ).**

$$\bar{X} = a + AE_i$$

donde: a = valor rep. de clase = 4.45

A = ancho de clase = 1

$$E_i = \Sigma f_i U_i / N$$

$$E_i = 171 / 150$$

$$E_i = 1.14$$

$$\bar{X} = 4.45 + (1)(1.14)$$

$$\bar{X} = 5.59 \text{ mils}$$

### CALCULO DE LA DESVIACIÓN ESTANDAR (S).

$$S = A \sqrt{E_2 - (E_1)^2}$$

$$E_2 = \sum f_i U_i^2 / N$$

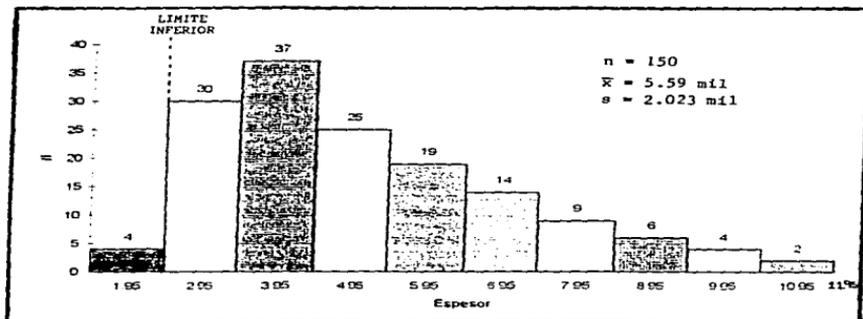
$$E_2 = 809 / 150$$

$$E_2 = 5.393$$

$$S = (1) \sqrt{5.393 - (1.14)^2}$$

$$S = 2.023 \text{ mils.}$$

### HISTOGRAMA



El significado de esta grafica es:

- La distribución esta sesgada hacia la derecha
- Existen 4 lecturas abajo del limite de especificación
- La mayoría de las lecturas estan entre 3.95 y 4.95
- Las lecturas fuera de esta gama son más gruesas en espesor.
- La media del espesor de galvanizado es de 5.59 mils
- La desviación típica es de 2.023 mils.

### 3.2. PLANILLAS DE INSPECCIÓN.

En el Control Estadístico de la Calidad se hace uso con mucha frecuencia de las planillas de inspección, en las cuales se recaba información facilitando la compilación de datos de forma tal que su aprovechamiento sea sencillo y su análisis automático.

El esquema general de estas planillas es el siguiente: en la parte superior se anotan los datos generales a los que se refiere las observaciones o verificaciones a hacer; en la parte inferior se transcribe el resultado de dichas observaciones y verificaciones.

Las planillas de inspección se utilizan para controlar las siguientes funciones:

- a. Distribución del proceso de producción.
- b. Productos defectuosos.
- c. Ubicación de defectos.
- d. Causas de productos defectuosos
- e. Verificación de revisiones.
- f. otros.

A continuación se muestran, una planilla de inspección para productos defectuosos y una para verificación de revisiones utilizadas en la fabricación de Torres de Enfriamiento.

Planilla de inspección de Productos Defectuosos			
Producto: MADERA TIPO PINO PONDEROSA		Fecha: 18-MARZO-1996	
Etapa de fabricación: SELECCION Y MAQUINADO		Fábrica: I.T.M., S.A DE	
Tipo de defecto: LOS INDICADOS		Deppto.: MADERAS C.V.	
No. total inspeccionado: 500 PZAS.		Inspector: S.P.G.	
Observaciones:			
Defecto	Frecuencia fr	Frecuencia Acum. fr	% Acum. % fr
Nudos	88	88	45.36
Refuerzo	25	113	58.25
Rajaduras (grietas)	48	161	82.99
Dimensiones	11	172	88.66
Barrenado	19	181	98.45
Otros	3	194	100 %
Total	194		



### 3.3. DIAGRAMA DE PARETO.

Un Diagrama de Pareto es un gráfico de barras en donde el eje vertical izquierdo mide la cantidad de productos defectuosos por cada rubro de defectos y el eje vertical derecho el porcentaje del total de productos defectuosos que representa cada rubro.

El eje horizontal indica los rubros de defectos comenzando por el más frecuente a la izquierda y terminando por el menos frecuente en el extremo derecho, el resto se dispone por orden de magnitud. La curva muestra el total acumulado de productos defectuosos por cada rubro de defectos.

El diagrama de Pareto se utiliza con el propósito de visualizar rápidamente que factores de un problema, que causas o qué valores en una situación determinada son los más importantes y, por consiguiente, cuales de ellos hay que atender en forma prioritaria, a fin de solucionar el problema o mejorar la situación.

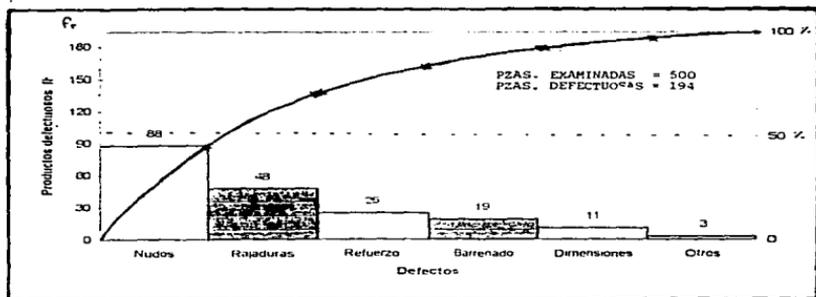
#### EJEMPLO.

Se inspeccionaron 500 piezas de madera de un lote de producción para identificar los defectos que ocurren con mayor frecuencia, a fin de tomar la acción correctiva más adecuada en la fabricación de Torres de Enfriamiento.

El resultado de la inspección, es el que se mostro en la planilla de inspección de productos defectuosos anteriormente.

Con estos datos se elaboro el siguiente diagrama de Pareto.

DIAGRAMA DE PARETO



### 3.4. GRÁFICOS DE CONTROL.

Un gráfico por lo general consta de un eje horizontal y otro vertical que muestran valores característicos relacionados con ambos ejes, y los puntos que se unen para formar la línea están determinados sobre la base de datos que incluyen ambos valores.

En la construcción de un gráfico es esencial comprender y recordar que no basta que lo entienda quien lo elabora; también debe ser interpretado correctamente por quienes lo examinen. De lo contrario, no tendría caso construirlo, ya que el objetivo de diseñar un gráfico es: comprender rápidamente una situación y adoptar las medidas apropiadas.

Cuando los puntos están unidos por una curva, el gráfico se denomina de líneas curvas; cuando la unión es quebrada, gráfico de líneas quebradas

Un gráfico de control es un método estadístico utilizado principalmente para el estudio y control de los procesos repetidos, es decir, acerca del aspecto dinámico. Esto significa que no solo debemos observar cuales son los cambios que experimentan los datos a lo largo del tiempo, sino también estudiar el efecto que tienen sobre el proceso los diversos factores que con el correr del tiempo sufren modificaciones.

Así si con el tiempo cambian los materiales, los trabajadores, los métodos de trabajo o el equipo tendremos que tomar nota de las consecuencias que esos cambios tienen para la producción y las especificaciones del producto.

Los objetivos principales de los gráficos de control son: mejorar la calidad, aumentar la uniformidad, reducir o evitar la producción de desechos y proporcionar información acerca de la actuación de las máquinas, operarios y de los materiales

Un gráfico de control consta de una línea central (LC), horizontal continua y de trazo grueso y dos límites que son: el límite de control inferior (LCI) y el límite de control superior (LCS), horizontales discontinuas y de trazo normal; estas líneas se trazan en un sistema de dos ejes perpendiculares; en el eje horizontal se indica el número de muestra o el tiempo, y en eje vertical el parámetro muestral de la variable característica.

La forma de un gráfico de control varía según la clase de datos que contiene. La siguiente tabla indica el tipo de gráfico de control que se debe utilizar en cada caso

## TIPOS DE GRAFICOS DE CONTROL.

TIPOS DE DATOS.	GRÁFICO.
NO DISCRETOS. - Mediciones. - Volúmenes, etc	$\bar{X}$ -R
DISCRETOS - Cantidad prod. defectuosos. - Fracción defectuosa.	pn p
OTROS. - Cuando el ámbito dentro del cual pueden ocurrir los defectos, no están fijados.  - Cuando el ámbito dentro del cual pueden ocurrir los defectos están fijados.	u c

## EJEMPLO

Se elaboro un grafico de control  $\bar{X}$ -R donde se representa el Ph de la solución química que se utiliza para tratar la madera que sirve para la fabricación de Torres de Enfriamiento.

Semana No.	Ph (Sol. Química)					$\bar{X}$	R
	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi		
1	2.49	2.41	2.39	2.46	2.49	2.448	0.10
2	2.34	2.39	2.49	2.43	2.49	2.428	0.15
3	2.44	2.42	2.48	2.52	2.50	2.472	0.10
4	2.37	2.45	2.48	2.52	2.44	2.492	0.13
5	2.36	2.42	2.49	2.33	2.40	2.400	0.16
6	2.44	2.48	2.52	2.61	2.47	2.504	0.17
7	2.53	2.50	2.41	2.46	2.49	2.478	0.12
8	2.43	2.45	2.48	2.56	2.60	2.504	0.17
9	2.38	2.46	2.47	2.47	2.48	2.452	0.10
10	2.60	2.59	2.44	2.48	2.53	2.528	0.16
11	2.50	2.43	2.49	2.59	2.32	2.466	0.27
12	2.38	2.43	2.47	2.48	2.48	2.448	0.10
13	2.51	2.53	2.54	2.51	2.54	2.526	0.03
14	2.53	2.42	2.44	2.46	2.52	2.474	0.11
15	2.51	2.35	2.40	2.47	2.50	2.446	0.16
						$\bar{X} = 37.066$	$R = 2.03$
						$\bar{X} = 2.47107$	$R = 0.1353$

**DATOS.**

$$n = 5$$

$$k = 15$$

**DE TABLAS.**

$$A_2 = 0.5768$$

$$D_3 = 0$$

$$D_4 = 2.1144$$

**GRAFICOS DE CONTROL  $\bar{X}$** 

$$LC = \bar{X}$$

$$LC = 2.471$$

$$LCS = \bar{X} + A_2\bar{R}$$

$$LCS = 2.471 + (0.5768)(0.1353)$$

$$LCS = 2.549$$

$$LCI = \bar{X} - A_2\bar{R}$$

$$LCI = 2.471 - (0.5768)(0.1353)$$

$$LCI = 2.393$$

**GRAFICO DE CONTROL  $\bar{R}$** 

$$LC = \bar{R}$$

$$LC = 0.1353$$

$$LCS = D_4\bar{R}$$

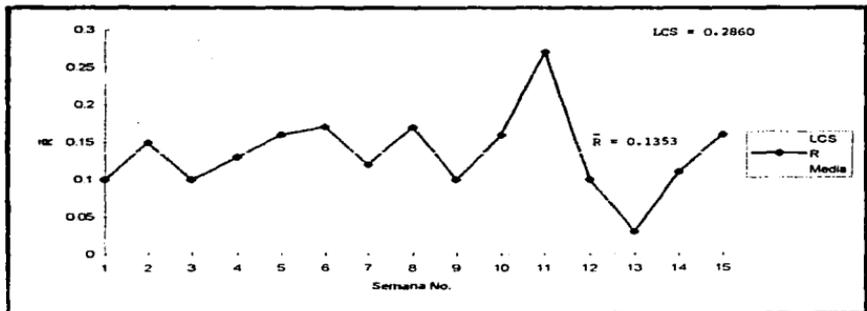
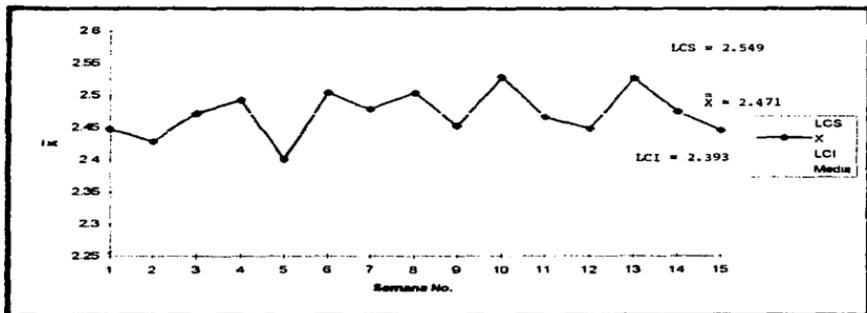
$$LCS = (2.1144)(0.1353)$$

$$LCS = 0.2860$$

$$LCI = D_3\bar{R}$$

$$LCI = (0)(0.1353)$$

$$LCI = 0 \quad \text{NO HAY.}$$

GRAFICAS DE CONTROL  $\bar{X}$  - R

### 3.5. MUESTREO DE ACEPTACIÓN.

Uno de los campos más amplios del Control de Calidad Estadístico es el muestreo de aceptación, el cual nos muestra el proceso de evaluar una parte del producto contenido en un lote, a fin de rechazar o aceptar todo el lote. El rechazo de varios lotes completos provoca una presión mayor para mejorar la calidad que el rechazo de varias unidades sueltas defectuosas solamente

Los objetivos principales del muestreo de aceptación son

- Asegurar la calidad de una unidad o lote de unidades entregadas para su aceptación.
- Asegurar que la calidad se encuentre de acuerdo con la especificada durante un largo plazo

La principal ventaja del muestreo de aceptación, es la economía pues a pesar de los gastos iniciales para establecerlo, se reduce el gasto total de inspección.

El muestreo de aceptación puede ser utilizado bajo las siguientes condiciones:

1. **Pruebas destructivas:** situación en la que es imposible efectuar la inspección sin destruir química o físicamente el producto.
2. **Inspección de productos de gran longitud:** una bobina de alambre de cobre, una película fotográfica, un rollo de papel, los textiles, etc. son difíciles de desarrollar para su inspección.
3. **Inspección de grandes cantidades:** las tuercas, los tornillos, etc. lo que se fabrica en grandes cantidades y a altas velocidades.

La inspección por muestreo se utiliza a menudo también en las siguientes situaciones:

4. Cuando se desea bajar los costos de inspección.
5. Cuando se desea incentivar al fabricante y/o comprador.
6. Cuando hay muchos rubros o áreas a inspeccionar.

Existen los siguientes tipos de muestreo de aceptación.

### 1. POR ATRIBUTOS.

- a). Lote por lote.
- Simple.
  - Doble.
  - Múltiple.
  - Secuencial.
- b). Continuo.
- Un nivel.
  - Multinivel.

### 2. POR VARIABLE.

- a) Lote por lote.
- Variable conocida.
  - Variable desconocida
  - Método rango.
  - Método desviación standard.

#### Muestreo de Aceptación Lote por Lote.

Las unidades están formadas en lotes y en cada lote se acepta o se rechaza en base a la calidad encontrada en la muestra extraída anteriormente de dicho lote.

#### Muestreo de Aceptación Plan Simple.

El plan simple se utiliza cuando no es posible tomar más de una muestra de todo el lote o cuando administrativamente no se puede permitir variaciones en la carga de trabajo debido a la inspección.

#### Muestreo de aceptación Plan Doble.

Del lote sometido a inspección se extrae una primera muestra de  $n_1$  unidades. Al inspeccionarla se cuentan  $d_1$  unidades defectuosas, del plan adoptado se obtiene  $c_1$  número de aceptación y  $r_1$  número de rechazos en la primera muestra; entonces si  $d_1 < c_1$  se acepta todo el lote y si  $d_1 > r_1$  se rechaza el lote, pero si,  $c_1 < d_1 < r_1$  entonces se extrae otra muestra combinada de  $D_2$  unidades y en ellas se cuentan  $(d - d_2)$  unidades defectuosas, del plan adoptado también se obtiene  $c_2$  número de aceptación de la muestra combinada y finalmente si  $(d_1 + d_2) < c_2$  se acepta el lote, y si,  $(d_1 + d_2) > c_2$  se rechaza el lote

Este plan tiene la ventaja de que a los lotes dudosos se les da una segunda oportunidad de ser aceptados, así como, de que no se rechaza ningún lote solo que resulte una unidad defectuosa.

Tiene la desventaja de que es necesario estar preparado administrativamente para absorber una carga de trabajo variable en la inspección.

#### **Sistemas Publicados de Planes de Muestreo.**

Para los planes de muestreo de aceptación por atributos lote a lote, ya se encuentran publicados varios sistemas (que constan de recomendaciones, tablas y graficas) que presentan diferentes criterios de aceptación de un lote de unidades, entre los más importantes y utilizados están:

- Sistema Dodge-Romig.
- Sistema Mil-Std 105D.

#### **SISTEMA DODGE-ROMIG.**

Sus autores son H.F. Dodge y H.G. Romig. El trabajo se inicia con el objetivo primordial de minimizar la inspección total en promedio, es decir, la inspección de muestreo en los lotes aceptados y de la rectificación o inspección del 100% en los lotes rechazados.

El valor promedio del proceso (PP) se puede calcular con los datos anteriores del historial de la calidad del proveedor, de la siguiente forma:

$$PP = \frac{\text{Numero total de unidades defectuosas encontradas.}}{\text{Numero total de unidades inspeccionadas.}}$$

#### **Índice de Calidad.**

Se debe seleccionar uno de los siguientes índices de calidad:

**LTPD** = Porcentaje de defectuosos tolerados en el lote.

Es una calidad muy baja de entrada, arriba de la cual solo existe una pequeña oportunidad de aceptar los lotes malos cuyo riesgo es del consumidor y se fija generalmente en el valor de  $\beta = 0.10$

**AOQL** = Es el límite de calidad promedio de salida.

Es el valor máximo posible en el porcentaje de defectuoso promedio, en el producto de salida y considerando que las unidades defectuosas encontradas en las muestras inspeccionadas de los lotes aceptados, se reemplazan por unidades buenas, se puede decir que independientemente de la calidad de entrada P, la calidad de salida promedio (AQ) es decir, la calidad a lo largo del plazo, no será peor que el valor de AOQL, cogido en el plan adoptado.

### **SISTEMA MILITARY STANDARD 105D.**

Apareció en 1963 en la forma conocida actualmente. Su origen es de 1942, en los Estados Unidos de América, en los sistemas militares para las adquisiciones gubernamentales, pero de casi todos los países, para el muestreo de aceptación por atributos lote a lote de unidades de toda clase de productos.

Se emplea el índice de calidad AQL = nivel de calidad aceptable, y es cuantificado como el mayor porcentaje de unidades defectuosas (o números de defectos por 100 unidades) del proceso.

#### **Tipos de Inspección.**

Se puede decir entonces que existen tres tipos de inspección y los cambios de un tipo a otro, además de las consideraciones que se pueden anotar a continuación son intuitivos y empíricos. Al inicio del establecimiento del muestreo de aceptación siempre se iniciara con la inspección normal.

#### **Inspección Normal.**

Se establece cuando la calidad de los lotes sometidos es o ha sido igual o mejor que el nivel del índice AQL elegido, si se tenía inspección rigurosa, entonces se puede cambiar a inspección normal, es decir, cuando cinco lotes consecutivos con inspección rigurosa han sido todos aceptados. En la inspección normal los valores de  $\alpha$  y  $\beta$  quedan como fueron establecidos.

#### **Inspección rigurosa.**

Se establece cuando la calidad de los lotes sometidos es o ha sido peor que el valor AQL seleccionado, en forma empírica se puede aplicar la inspección rigurosa, cuando de cinco lotes consecutivos con inspección normal, han sido rechazados dos lotes. En esta inspección rigurosa  $\alpha$  aumenta y  $\beta$  disminuye con respecto a la normal, o sea, que si se mantiene el mismo tamaño de muestra  $n$ , el número de aceptación  $c$  se reduce.

En la mayoría de los casos, los criterios con aceptación rigurosa de un determinado valor de AQL son iguales con la inspección normal para el valor inmediato inferior de AQL.

#### **Inspección Reducida.**

Se debe establecer cuando la calidad de los lotes sometidos es o ha sido muchísimo mejor que el valor AQL elegido; en esta inspección  $\alpha$  disminuye levemente y  $\beta$  aumenta considerablemente, y el tamaño de muestra se reduce todo con respecto a la inspección normal.

**EJEMPLO**

En la recepción de materia prima, se tiene sometido a inspección 40 000 unidades de clavo, si se lleva a cabo un muestreo por medio de un nivel gerencial de inspección II, un nivel de calidad aceptable (AQL) de 1% de unidades defectuosas y bajo inspección reducida. Encontrar un plan de aceptación doble empleando el sistema MIL-STD-105D.

**DATOS.**

Plan doble.  
 AQL = 1%  
 N = 40 000  
 Nivel II  
 Inspección reducida.

**De la tabla F tenemos.**

N = 40 000 (35 001 a 150 000).  
 Nivel II      Letra codificada N

**De la tabla N**

Con AQL = 1% y N tenemos

$n_1 = 125$	$n_2 = 125$
$c_1 = 2$	$n_1 + n_2 = 250$
$r_1 = 7$	$r_2 = 9$
	$c_2 = 6$

Esto quiere decir, que se inspecciona una primera muestra de 125 unidades y se acepta el lote si hay 2 o menos unidades defectuosas, si hay entre 2 y 7 unidades defectuosas se saca una segunda muestra, y si es mayor de 7 se rechaza el lote.

## **CAPÍTULO No. 4 "NORMAS ISO 9000".**

### **4.1 ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.**

Las empresas deben preocuparse por la calidad de los productos y/o servicios que proporcionan. Para esto, deben organizarse de tal forma que los factores técnicos, materiales, administrativos y humanos que afectan a la calidad del producto o servicio estén bajo control. Este control debe estar orientado hacia la reducción, eliminación y prevención de deficiencias en la calidad, donde el objetivo, es de dar confianza al cliente de que los productos o servicios proporcionados poseen la calidad requerida.

Es necesario que exista una evidencia formal de la calidad en todas las actividades implicadas para la fabricación del mismo: diseño, compras, producción, instalación, etc.

El Aseguramiento de Calidad se enfoca a controlar sistemáticamente todas estas actividades, de tal forma, que se tenga una razonable confianza de que toda actividad esta correctamente desarrollada antes de pasar a la siguiente. Si se tiene un control de todas estas actividades, el resultado será un producto terminado que satisfaga los requerimientos del cliente.

De aquí, el Aseguramiento de Calidad puede definirse como "Todas aquellas actividades planeadas y llevadas a cabo de una manera sistemática, necesarias para dar una adecuada confianza de que un producto o servicio podrá satisfacer los requerimientos de calidad dados".

### **4.2. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE ISO 9000.**

Los primeros antecedentes que se conocen sobre requisitos formales del Aseguramiento de Calidad están identificados principalmente en las industrias militar, aero-espacial y nuclear, en los Estados Unidos de Norteamérica.

En la tabla siguiente se muestra la retrospectiva de la normativa más relevante

**ANTECEDENTE DE LA NORMATIVA.**

1959-1959	MIL-Q-9858	Expresa formalmente los requisitos de Aseguramiento de Calidad.
1962	NPC-200-2	Quality program provision for space system contractors.
1967		Licensing of production and utilization facilities.

Hasta 1974 todas las actividades en normativa aplicable al campo nuclear estaban en manos de la COMISION DE ENERGIA ATOMICA (AEC). En 1969 la AEC publicó el apéndice B al 10 CFR 50 "Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plants", publicado en el Federal Register. El 27 de junio de 1970 este documento enmendado posteriormente ha dado a conocer a nivel mundial los requisitos básicos de Aseguramiento de Calidad.

El comité No. 45 del ANSI, estableció un subcomité especial para preparar una norma recomendatoria y establecer los requisitos del programa de Aseguramiento de Calidad haciéndolos más comprensibles. De dichos trabajos se publicó en 1970 la norma ANSI 45.2 "Quality Assurance Program Requirements for Nuclear Power Plants".

En 1986 se publican las normas ANSI/ASME NQA-1 y NQA-2 en sustitución de las normas ANSI 45.2.

Todas las normas que se han mencionado se han desarrollado en el campo nuclear principalmente, esto no quiere decir que sea el único campo donde se han adoptado programas de Aseguramiento de Calidad, en diversos países se ha generado normativa de Aseguramiento de Calidad para aplicarse a la industria en general.

En el campo industrial, se han generado normativa países como Canadá (CAN-3-Z 299.0), U.S.A. (ANSI/ASME NQA-1), inclusive el Organismo Internacional de Normalización (ISO 9000), en nuestro país la Dirección de Normas regula las (NOM-CC)

Las normas ISO 9000 surgen en la década de los 80's en el seno de la comunidad económica europea, basada en la experiencia de muchas empresas y países, su objetivo primordial es proporcionar una guía de actividades mínimas necesarias para administrar los recursos y lograr la calidad. De hecho la norma establece un conjunto de principios de administración que deben cumplirse para lograr los objetivos de calidad.

Las normas NOM-CC surgen en México como una necesidad para establecer sistemas de calidad adecuados y competitivos para la industria nacional a nivel internacional tomando como referencia las normas ANSI/ASME NQ1, ANSI-45.2 e ISO 9000, en su elaboración han participado empresas como C.F.E., PEMEX, I.M.P., TELMEX, UNAM, por citar algunas.

### 4.3. ¿QUE ES ISO 9000?

ISO 9000, es un estándar internacional para sistemas de Aseguramiento de Calidad desarrollados por la Organización Internacional para la Estandarización que especifican los sistemas de calidad que deben establecerse por las compañías de fabricación y servicios.

ISO 9000 es un sistema para establecer, documentar y mantener un sistema que asegure la calidad del producto final de un proceso. La certificación en ISO 9000 es una expresión tangible del compromiso de la empresa hacia la calidad que es internacionalmente entendida y aceptada. No es misterioso o esotérico; es más bien un grupo de normas de sentido común y preceptos generales bien conocidos dispuestos de una manera organizada.

Las organizaciones que cuentan con una certificación en ISO 9000 experimentan por lo general un aumento en la aceptación por el cliente, así como reducciones en costos. Muchas firmas americanas ya sujetas a estándares de sistemas de calidad impuestos por sus principales clientes, encuentran que el mayor efecto de la certificación al estándar ISO 9000 está en sus funciones fuera de producción, que tienden a ser ignoradas por los sistemas de calidad basados en la fabricación.

La certificación en ISO 9000 es por instalación, no por firma. Las empresas se certifican cuando se demuestra que su sistema de calidad cumple con los requisitos del estándar ISO 9000 en cuanto a documentación y eficiencia. La certificación es llevada acabo por organizaciones acreditadas, básicamente:

1. revisando el manual de la calidad de la instalación para asegurarse que cumple con el estándar.
2. realizando una auditoria en el proceso de la empresa para asegurar que el sistema documentado en el manual de la calidad está siendo implementado y es efectivo.

Una vez que se obtiene la certificación, la oficina de certificación realiza auditorias sorpresa de la instalación aproximadamente dos veces al año, y observa cambios y evoluciones del sistema de calidad de la instalación, para asegurarse que continúa cumpliendo con los requisitos del estándar. La norma consta de:

**ISO 9000/NMX-CC-002** es la guía para la selección y uso de ISO 9001, ISO 9002, ISO 9003. Las empresas solicitan su certificación en aquella parte que se aplica más a su forma de negocio.

**ISO 9001/NMX-CC-003**. La parte más completa del estándar, se aplica a las instalaciones que diseñan, desarrollan, producen, instalan y sirven productos o servicios a clientes que especifican cómo debe funcionar el producto o servicio. ISO-9001 consiste de 20 secciones

**ISO 9002/NMX-CC-004.** Se aplica a instalaciones que proporcionan bienes o servicios consistentes con diseños o especificaciones suministradas por el cliente. Consiste de 19 secciones.

**ISO 9003/NMX-CC-005.** Se aplica solamente a los procedimientos de inspección final y ensayo.

La siguiente tabla compara las secciones pertinentes de cada parte del estándar.

**TABLA DE REFERENCIA ISO 9000.**

ISO 9001	APLICACIÓN	ISO 9002	ISO 9003
•	1. Responsabilidad de la dirección.	•	•
•	2. Sistema de Calidad.	•	•
•	3. Revisión de contrato.	•	•
•	4. Control del diseño.	X	X
•	5. Control de doctos. y datos.	•	•
•	6. Compras.	•	X
•	7. Control de los productos suministrados por los clientes.	•	•
•	8. Identificación y rastreabilidad de los productos.	•	•
•	9. Control de los procesos.	•	X
•	10. Inspección y ensayo.	•	•
•	11. Control de los equipos de inspección, medición y ensayo.	•	•
•	12. Estado de inspección y ensayo.	•	•
•	13. Control de los productos no conformes.	•	•
•	14. Acción correctiva y preventiva.	•	•
•	15. Manejo, Almacenamiento y Empaque.	•	•
•	16. Control de registros de calidad.	•	•
•	17. Auditorías de calidad internas.	•	•
•	18. Capacitación.	•	•
•	19. Servicio.	•	X
•	20. Técnicas estadísticas.	•	•

Estas normas se complementan con las siguientes:

**ISO 9004/NMX-CC-6**, sirve como guía para la interpretación de los elementos de calidad y el desarrollo de los tres modelos de Aseguramiento de Calidad.

**ISO 8402/NMX-CC- 1**, el objetivo de esta norma, es aclarar y normalizar los términos relativos a la calidad que se aplican al ámbito de la administración de la calidad con el fin de que exista una mutua comprensión con las comunicaciones internacionales.

También se han creado documentos dirigidos a cubrir áreas específicas y que se han anexado al contenido de ISO 9000, haciendo de estos una familia de documentos.

**ISO 9004-2**, enfocada a los servicios la cual es una importante extensión del estándar a un sector que hasta ahora no se había acostumbrado al uso de ninguna norma, y que representa la actitud internacional de motivar al sector de servicios a adoptar procedimientos de calidad formales.

**ISO 9004-3**, enfocada a aquellas empresas dedicadas al procesamiento de materiales, proporcionando un modelo específico para este sector.

**ISO 9000-2**, complemento al original ISO 9000 y corresponde a una guía para la implantación de los tres modelos de Aseguramiento de Calidad.

**ISO 9000-3**, enfocada al desarrollo, suministro y mantenimiento de software.

**ISO 9000-4**, constituye una guía para evaluar la confiabilidad de los sistemas de Aseguramiento de Calidad.

**ISO 9004-4**, enfocada hacia el mejoramiento de la calidad.

#### **4.4. REQUISITOS DEL SISTEMA DE LA CALIDAD ISO-9001.**

##### **I. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN.**

La dirección debe definir y documentar su política de calidad, incluyendo los objetivos y compromisos para el logro de la calidad. La política debe ser congruente con las metas organizacionales del proveedor y las expectativas y necesidades de sus clientes. Se debe de asegurar que esta política sea entendida, implementada y mantenida en todos los niveles de la organización.

Afin de llevar a cabo las metas de la política de calidad, todo personal que dirige, efectúa y verifica un trabajo que afecta a la calidad debe tener la libertad dentro de la organización y la autoridad para:

- Iniciar una acción para prevenir que ocurran inconformidades relativas al producto o servicio, al proceso y al sistema de la calidad;
- Identificar y registrar cualquier problema relativo al producto o servicio, al proceso y al sistema de la calidad;
- Iniciar, recomendar y proporcionar soluciones a través de los medios designados;
- Verificar la implementación de las soluciones;
- controlar adicionalmente el proceso, la entrega o instalación de cualquier producto o servicio no conforme hasta que la condición de no conformidad sea corregida.

La dirección del proveedor con responsabilidad ejecutiva, debe designar a un miembro de su administración quien, independientemente de otras responsabilidades debe de tener:

- a. Autoridad dentro de la instalación para poder establecer, implementar y mantener un sistema de calidad que cumpla con los requisitos del estándar internacional ISO-9000.
- b. Informar a la dirección del proveedor acerca del desempeño del sistema de calidad para su revisión y como base para mejorar el sistema de calidad.

La meta final del representante de la dirección es asegurar que la instalación produce productos y servicios de acuerdo a las especificaciones del cliente.

El representante de la dirección tiene la responsabilidad final de crear e implementar la política de calidad de la instalación. La política de calidad es el compromiso público de la gerencia a la calidad de los productos y servicios de la instalación la política debe de ser pertinente a los objetivos de la organización del proveedor y a las expectativas y necesidades del consumidor y debe ser documentada.

Para asegurar que las políticas y prácticas de la calidad de la instalación están siendo eficazmente efectuadas, personal capacitado debe realizar y documentar auditorías internas regularmente. El representante de la dirección debe de elaborar un informe sobre la eficiencia del sistema de calidad a la dirección para que puedan hacerse mejoras en el sistema.

Periódicamente, el sistema de calidad del proveedor debe de experimentar una revisión completa por parte de la dirección, para asegurar que el sistema de la calidad continúa satisfaciendo los requisitos del estándar internacional y de la política de calidad y objetivos declarados por el proveedor. Esta revisión se hace bajo la autoridad del representante de la dirección. El programa para la revisión del sistema de la calidad puede ajustarse de acuerdo a las experiencia y resultado de las auditorías internas.

## **2. SISTEMAS DE LA CALIDAD.**

El sistema de la calidad del proveedor es el resultado directo de la filosofía y de las decisiones de la dirección concernientes a la calidad. Es un sistema documentado cuyo fin principal es asegurar que los productos y servicios del proveedor cumplan los requisitos del cliente.

Para asegurar la satisfacción del cliente, el proveedor debe de preparar un manual de calidad que trate todos los requisitos del estándar ISO-9000, así como la política de calidad declarada por el proveedor. El manual debe incluir procedimientos documentados e instrucciones de trabajo para apoyar los requisitos especificados dentro del manual de calidad y debe delinear la estructura de la documentación usada en el sistema de la calidad.

El proveedor debe definir y documentar como se alcanzarán los requisitos de la calidad. Considerando esto, los elementos del sistema de la calidad del proveedor deberán incluir:

- La preparación de los planes de calidad y procedimientos documentados que concuerden con los requisitos del estándar internacional y la política de calidad declarada por el proveedor.
- La identificación y adquisición de cualquier control, proceso, equipo, accesorio, recurso y habilidad que pueda ser necesitada para alcanzar la calidad deseada

- Medios documentados, objetivos y subjetivos, para identificar los requisitos del cliente y para traducir estos requisitos con eficiencia en el diseño, producción y entrega de los productos y servicios.
- La actualización del control de la calidad, inspección y técnicas de ensayo y el desarrollo de nuevos instrumentos, cuando sea necesario.
- Equipo de medición, ensayo y control para estimar la calidad, que utiliza procedimientos reconocidos y satisfice estándares externos documentados, apropiados al proceso (s) en cuestión.
- Un sistema para evaluar la capacidad productiva del proceso, que permita tiempo suficiente para alcanzar la capacidad anticipada.
- Deben aclararse los estándares de aceptabilidad para el producto o características el envío y requisitos.
- Preparación de los registros de calidad.

El sistema de la calidad del proveedor debe ser accesible y comprensible para todo el personal cuyos deberes y actividades tienen relación con la calidad. Deben tener en cuenta todas las funciones de la instalación y proveer para el mantenimiento de los registros pertinentes.

### **3. REVISIÓN DEL CONTRATO.**

El proveedor debe establecer procedimientos documentados para la creación, coordinación y revisión de los contratos del cliente, antes de que un contrato pueda ser aceptado, el proveedor debe verificar que:

- Los requisitos del cliente están claramente documentados y son comprensibles. (si un pedido se recibe verbalmente, el proveedor debe asegurarse de que se han acordado anteriormente los requisitos del pedido antes de su aceptación).
- Cualquier diferencia entre el contrato o los requisitos del pedido se resuelven satisfactoriamente con el cliente, por adelantado.
- Todo contrato o condiciones del pedido están dentro de la capacidad del proveedor.

El proveedor debe establecer también procedimientos para la modificación del contrato. El procedimiento deberá especificar cómo las modificaciones del contrato serán efectuadas y cómo el cambio será correctamente transferido dentro de la organización del proveedor. Se deben mantener registros de todas las revisiones del contrato.

#### **4. CONTROL DEL DISEÑO.**

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para controlar y verificar el diseño de un producto para asegurar que todos los requisitos especificados por el cliente se cumplan. Con este fin, el proveedor prepara planos para cada actividad de desarrollo y de diseño. Los planos describen estas actividades y definen la responsabilidad para su implementación. Estos planos tienen que ser actualizados a medida que el diseño va evolucionando. El sistema del diseño documentado del cliente debería incluir:

- Un organigrama documentado que especifique claramente las responsabilidades de cada actividad de diseño y desarrollo.
- Relaciones claramente definidas entre la función de diseño/ desarrollo y su grupo
- Medios para asegurar que la función de diseño/desarrollo cuenta con todos los recursos necesarios y con el personal entrenado.
- Un sistema para reunir los datos de partida del diseño, documentarlos resolviendo ambigüedades y trasladarlos al proceso de diseño.
- Un sistema para asegurar que los diseños del producto o servicio cumplen con los requisitos de los puntos de partida; hacen referencia a los criterios de aceptación; cumplen leyes y regulaciones pertinentes; y anticipan los estándares de seguridad.
- Un sistema para verificar que los datos finales del diseño cumplen con todos los requisitos de diseño especificados; referencias, criterios de aceptación, e identifican características del diseño que son cruciales para el funcionamiento seguro y apropiado del producto (es decir, operación, almacenamiento, manipulación, mantenimiento y requisitos de eliminación)
- Un procedimiento para verificar que los diseños son apropiados para los productos y servicios por medio de revisiones de diseño, ensayos de laboratorio y en instalaciones, estudios comparativos, etc. El proceso de revisión del diseño debe ser llevado a cabo por representantes interesados en todas las funciones de la etapa del diseño. Deben mantenerse registrados de dichas revisiones.

- Un sistema para validar diseños que asegure que el producto final cumple con las necesidades definidas del usuario y los requisitos del cliente. La validación se desempeña normalmente bajo condiciones de operación definidas y en el producto final, pero a veces es necesaria en etapas de producción anteriores.
- Procedimientos para la revisión y el ajuste del diseño y el sistema de desarrollo según se vaya necesitando dependiendo de las circunstancias. Todos los cambios del diseño deberán ser identificados, documentados, revisados y aprobados por personal autorizado antes de su implementación.

## **5. CONTROL DE DOCUMENTOS Y DATOS.**

El proveedor debe administrar un sistema documentado para la creación publicación distribución uso y revisión de todos los documentos y datos relativos al sistema de calidad y los requisitos del estándar internacional ISO-9000.

La documentación y los datos incluyen específicamente el manual de la calidad, todos los procedimientos referenciados e instrucciones de operación, y otros documentos importantes para el diseño, producción y distribución de productos o servicios.

Los documentos y los datos deben revisarse y aprobarse por suficiencia, por el personal autorizado antes de su emisión.

El sistema de control documentado debería incluir los siguientes elementos:

- ediciones actualizadas de documentos importantes deben estar disponibles para todo el personal que las solicite.
- Documentos obsoletos deben retirarse pronto de circulación. Estos documentos pueden archivarse por razones legales o de preservación de conocimientos, pero deben estar identificados de forma adecuada
- Debe mantenerse una lista maestra de todos los documentos y datos relativos a la calidad, anotando claramente la fecha de edición, número y datos de la última emisión, para evitar con esto el uso de cualquier documento obsoleto o inválido.

Cualquier cambio hecho a los documentos o datos debe ser revisado y aprobado por el mismo personal autorizado que hizo la revisión original, a menos que la dirección decida otra cosa.

## **6. ADQUISICIONES.**

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados que aseguren que los productos adquiridos de subcontratistas cumplen con los requisitos especificados. Dichos procedimientos debieran proveer lo siguiente:

- Todos los subcontratistas deben ser elegidos en base a su capacidad documentada, su experiencia pasada, y/o habilidad demostrada para cumplir con las especificaciones.
- Debe definirse el grado de control ejercido por el proveedor sobre los subcontratistas. El control debiera depender del tipo del producto comprado, el impacto que el producto del subcontratista tendrá en la calidad del producto terminado, y en la actuación de los subcontratistas en ocasiones anteriores
- Deben mantenerse registros de los subcontratistas aceptados.
- Todos los documentos de compra deben incluir datos que describan detalladamente a los productos o servicios concernientes, incluyendo (cuando sea apropiado) lo siguiente:
  - a. Nombre, tipo, clase, grado, u otra identificación positiva.
  - b. Especificaciones, dibujos, requisitos del proceso, instrucciones de inspección, y otros datos técnicos importantes, incluyendo los requisitos para aprobación o calificación del producto, procedimientos, equipo de proceso y personal.
  - c. El título, número, y la edición del sistema del estándar de la calidad que se aplicará.

Antes de distribuir el producto, el proveedor debe revisar y aprobar los documentos de compra, y asegurarse de que son aceptados y cumplen con los requisitos específicos del cliente.

En el caso de que el proveedor escoja verificar productos comprados en los locales del subcontratista, el proveedor debe especificar en los documentos de compra, los procedimientos usados para verificar la calidad del producto y el método a usar para su distribución.

Cuando un contrato especifica que el cliente del proveedor tiene el derecho de verificar los productos comprados en los locales del subcontratista, esto no significa que el proveedor queda libre de la responsabilidad de proveer producto aceptable, ni excluye el rechazo subsiguiente del cliente.

## **7. CONTROL DE LOS PRODUCTOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE.**

Los proveedores que incorporan productos o servicios suministrados por los clientes en sus propios productos o servicios finales, deben establecer y mantener procedimientos documentados para la verificación del control, almacenamiento y mantenimiento del producto suministrado por el cliente.

- Deben existir procedimientos que garanticen la conveniencia de los productos y servicios para cumplir con los fines a los que están destinados.
- Todos los productos y servicios, cuando sea apropiado, deben mantenerse seguros y a salvo.

Si dicho producto se pierde, daña, o se encuentra inutilizable por alguna razón, debe registrarse y ser reportado al cliente. (ver 16).

Simplemente, el que el proveedor pueda verificar los productos suministrados por el cliente, no absuelve al cliente de la responsabilidad de proveer un producto aceptable.

## **8. IDENTIFICACIÓN Y RASTREABILIDAD DE LOS PRODUCTOS.**

La identificación y rastreabilidad son puntos especialmente vitales para aquellos proveedores que proporcionan productos o servicios que puedan estar sujetos a recogida si se encuentra que presentan no conformidad, son peligrosos, o están en conflicto con leyes, regulaciones o estatutos.

Cuando sea necesario, el proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para la identificación y rastreabilidad del producto a lo largo de todas las etapas de producción desde su diseño y a través de producción, entrega, instalación, y uso.

Cuando la rastreabilidad es un requisito especificado por el cliente, el proveedor debe establecer un procedimiento para la identificación única de los productos individualmente o en lotes

En todos los casos, registros de identificación y rastreabilidad deben ser cuidadosamente mantenidos

## **9. CONTROL DEL PROCESO.**

El proveedor debe llevar a cabo todos los procesos de producción instalación y servicios que afectan directamente la calidad de los productos o servicios, bajo un sistema que especifique planificación y control detallados. El sistema debe incluir:

- Procedimientos documentados definiendo la forma de producción instalación y servicios, en donde la ausencia de dichos procedimientos pudiera afectar negativamente a la calidad
- Provisión del equipo, instalaciones y materiales adecuados.
- Adhesión a las normas, leyes, códigos, planes de la calidad y/o procedimientos documentados.
- Supervisión y control de las características cruciales del producto identificadas en los puntos apropiados dentro del proceso.
- La aprobación de procesos y equipo, según sea necesario.
- Instrucciones de trabajo documentadas y actualizadas, especificando los pasos requeridos es cada tarea, estipulados en la forma más clara y práctica.
- Apropiado mantenimiento del equipo para asegurar la producción continua de productos de calidad.

Quando el proceso de producción no puede ser verificado a través de la inspección y ensayo del producto, y cuando deficiencias en el proceso no llegan a ser evidentes hasta que el producto está ya en uso, operarios calificados pre-califican, supervisan y controlan el proceso para asegurar que se cumplen los requisitos especificados. Deben mantenerse registros de los procesos calificados, equipo y personal, según sea necesario (ver 16).

## **10. INSPECCIÓN Y ENSAYO.**

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para la inspección y ensayo en cada una de las etapas apropiadas, para asegurar que se cumplen los requisitos del producto especificados por el cliente. La inspección y ensayo requeridos y todos los registros necesarios que tienen que establecerse, deben ser detallados en un plan de calidad del proveedor o en los procedimientos documentados.

Los procedimientos de inspección y de ensayo deben proveer lo siguiente:

- El proveedor debe asegurarse de que los productos de entrada no sean usados o procesados hasta que sean inspeccionados o verificados (de acuerdo con procedimientos documentados o el plan de calidad) de que cumplen con los requisitos especificados.
- Antes de una inspección, el proveedor debe considerar la cantidad de control que fue ejercida en las instalaciones del subcontratista y la evidencia registrada de la conformidad que se proporcionó.
- El proveedor debe asegurarse de que todos los productos o servicios exentos del procedimiento de inspección en recepción, por razones de urgencia, sean claramente identificados y pueda seguirse la pista de manera que puedan recuperarse en cualquier punto del proceso si fuera necesario.
- La inspección y ensayo dentro del proceso debe ser claramente documentada por el plan de calidad o los procedimientos documentados. El producto debe retenerse hasta que la inspección y ensayos requeridos hayan sido terminados, o los informes necesarios se hayan recibido y verificado.
- El proceso de inspección final debe efectuarse de acuerdo con el plan de la calidad o los procedimientos documentados. El proceso debe verificar el cumplimiento de los requisitos especificados. Ningún producto puede salir hasta que todas las actividades especificadas en el plan de la calidad o en los procedimientos documentados hayan sido satisfactoriamente completadas, documentadas y autorizadas.
- Se deben establecer y mantener registros para proporcionar evidencia de que el producto o servicio ha sido inspeccionado y/o ensayado. Estos registros debieran manifestar claramente si el producto pasó o falló la inspección y los ensayos asociados. Los registros deben identificar también quién dio la autorización para la salida del producto.

## II. CONTROL DE EQUIPO DE INSPECCIÓN MEDICIÓN Y PRUEBA.

Para demostrar que un producto o servicio cumple con los requisitos especificados, el proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para controlar, calibrar y mantener equipos de inspección, medición y ensayo (incluyendo programa de prueba).

Debe conocerse la incertidumbre de medida del equipo de prueba y ésta debe ser consistente con la capacidad de medida requerida. Los procedimientos de control deben incluir los siguientes elementos

- El proveedor debe seleccionar el equipo adecuado de inspección, medición y ensayo que cumpla con los requisitos documentados e identificando para exactitud y precisión.
- Todo tipo de inspección, medición y ensayo debe ser identificado y calibrado, comparándolo con equipo que se sabe está certificado según estándares reconocidos nacional e internacionalmente. Si no existen estos estándares, la base de la calibración debe ser claramente documentada.
- Debe definirse el proceso de calibración. El proceso debiera incluir detalles del tipo de equipo, identificación única, localización, frecuencia de los chequeos, métodos de chequeo, criterios de aceptación, y las acciones tomadas cuando aparecen resultados no satisfactorios.
- El equipo de inspección medición y ensayo debe estar identificado por medios adecuados (ejemplo: etiquetas, marcas sellos, etc.) para señalar su estado de calibración. Deben conservarse los registros del estado de calibración (ver 16). Cuando el equipo de inspección medición y ensayo se encuentra fuera de calibración, el proveedor debe evaluar y documentar la validez de la inspección previa y los resultados del ensayo anterior.
- El proveedor debe asegurar condiciones ambientales adecuadas para todas las calibraciones, inspecciones, mediciones y ensayos que se realicen.
- El proveedor debe salvaguardar la manipulación, preservación y almacenamiento del equipo de inspección, medición y ensayo para asegurar que es adecuado y ajustado para uso futuro. Las instalaciones de inspección, medición y ensayo, incluyendo equipo de computación y programas (hardware/software) deben estar también protegidos de ajustes que podrían invalidar los valores de la calibración.
- Si el "software" o "hardware" de ensayo es usado en la inspección, el proveedor debe revisar el equipo para comprobar que es capaz de verificar la conformidad o no conformidad del producto. El "software" o "hardware" debe revisarse a intervalos preestablecidos determinados por el proveedor. Se deben mantener registros como evidencia de control (ver 16).
- Si los datos técnicos son un requisito específico para el equipo de inspección, medición y ensayo, el proveedor debe ponerlos a la disposición del cliente de manera que éste pueda verificar que el equipo está funcionando apropiadamente.

## **12. ESTADO DE INSPECCIÓN Y ENSAYO.**

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para asegurar que los estados del ensayo de productos y servicios son continuamente identificados a medida que pasan por el proceso de producción. El sistema de identificación puede ser visual (ejemplo: etiquetas, marcas, sellos, etc.), o puede ser organizado por la ubicación física, o por cualquier otro medio claramente documentado.

El estado de la inspección y ensayo de los productos o servicios debe ser fácilmente averiguable para prevenir que productos o servicios no conformes sean despachados, usados o instalados.

Los procedimientos del proveedor deben incluir métodos de archivación adecuados para documentar este sistema y personas responsables de su administración.

## **13. CONTROL DE LOS PRODUCTOS NO CONFORMES.**

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para el control de productos y servicios no conformes. El objeto de los procedimientos es el asegurar que los productos y servicios no conformes, no pasen inadvertidamente a los clientes. Elementos de los procedimientos pueden incluir lo siguiente, según sea lo apropiado:

- El sistema de control de productos o servicios no conformes debe proporcionar identificación, documentación evaluación, segregación (cuando sea practica), y eliminación producto o servicio no conforme. Todas las partes concernientes debieran ser informadas de la no conformidad.
- Los productos y servicios no conformes deben ser revisados de acuerdo con los procedimientos documentados. Estos productos pueden ser:
  - a. reelaborados para que cumplan con los requisitos especificados,
  - b. aceptados con o sin la reparación por concesión,
  - c. considerados para aplicaciones alternativas, o
  - d. rechazados o desechados. Si es requerido por el contrato, la reparación o propuesto uso de un producto o servicio no conforme debe ser notificada al cliente
- Debe mantenerse, si es necesario, registros de detección y disposición de no conformidades

El producto reparado o reelaborado debe ser inspeccionado de nuevo, de acuerdo con los procedimientos documentados o el plan de la calidad

#### **14. ACCIÓN CORRECTIVA Y PREVENTIVA.**

El proveedor debe establecer procedimientos documentados para la implementación de acciones correctoras y preventivas. Los procedimientos deberán detallar los pasos para detectar las causas de no conformidades, formulando acciones correctoras y preventivas e implementándolas. El proveedor debe ejecutar y registrar cualquier cambio en los procedimientos documentados resultantes de las acciones correctivas o preventivas.

Los procedimientos para acciones correctivas y preventivas deberán incluir:

##### **Acción Correctiva.**

- El manejo efectivo de las quejas del cliente y los informes de no conformidad del producto.
- Una investigación de la causa de no conformidad relativa al producto o servicio, proceso y al sistema de calidad. Los resultados de la investigación deben ser registrados (ver 16.)
- El proveedor debe determinar qué acción correctiva necesita tomarse para eliminar la causa de no conformidad.
- Debe existir un sistema de control para asegurar que la acción correctiva se pone en práctica y es efectiva.

##### **Acción Preventiva.**

- Para detectar, analizar y eliminar las causas potenciales de no conformidades, el proveedor debe estudiar las fuentes de información apropiadas, tales como procesos y operaciones de trabajo que afectan la calidad del producto, concesiones, resultados de las auditorías, registros de la calidad, informes de servicios, y quejas del cliente.
- El proveedor debe eliminar qué pasos son necesarios para el manejo de cualquier problema que requiera acción preventiva.
- El proveedor debe iniciar la acción preventiva y aplicar controles que aseguren su eficiencia.
- El proveedor debe asegurar que la información pertinente sobre las acciones tomadas es sometida a la dirección para su revisión.

## **15. MANEJO, ALMACENAMIENTO, EMPAQUE, CONSERVACIÓN Y ENTREGA.**

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para asegurar la protección de los productos y servicios en todas sus fases, desde el inicio hasta la instalación. Los procedimientos deberán incluir lo siguiente:

- El proveedor debe proporcionar métodos apropiados de manejo, para proteger a los productos de daños o deterioro
- El proveedor debe usar áreas de almacenamiento o almacenes seguros para proteger a los productos de daños, deterioro, robos o abuso antes de la entrega. Deben estipularse métodos apropiados para autorizar la recepción y salida de tales áreas, y las condiciones de los productos en el almacén deben ser estimadas a intervalos apropiados para evaluar la eficiencia de las medidas de almacenamiento.
- El proveedor debe controlar el empaquetado, embalaje y los procesos de marcado (incluyendo materiales utilizados) para asegurar el cumplimiento con los requisitos especificados y evitar el uso no autorizado
- El proveedor debe aplicar métodos apropiados para la conservación y la segregación del producto cuando esté bajo el control del proveedor.
- El proveedor debe asegurar que los productos están protegidos durante su entrega.

## **16. CONTROL DE REGISTROS DE CALIDAD.**

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para la identificación, cobro, poner en índice, acceso, archivamiento, almacenaje, mantenimiento y distribución de los registros de la calidad

Los registros de la calidad (copias originales, discos de computadora, o cualquier otra forma de comunicación) tienen que conservarse para demostrar que el producto o servicio cumple con los registros especificados, y que la operación del sistema de la calidad es efectiva. Cualquier registro de la calidad pertinente sometido para un subcontratista debe ser incluido también en los datos del proveedor.

Todos los registros de la calidad deben ser almacenados en un lugar adecuado para impedir el daño, deterioro y pérdida, y deben guardarse de manera que se puedan recobrar fácilmente. El proveedor determina el tiempo de retención para estos registros. En los casos en que el contrato estipula que los registros de la calidad deben estar disponibles para el cliente con el propósito de evaluación, el proveedor y el cliente deben estar de acuerdo durante cuánto tiempo los registros serán retenidos.

## **17. AUDITORÍAS INTERNAS DE LA CALIDAD.**

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para planificar y conducir regularmente auditorías internas del sistema de la calidad. El propósito de las auditorías es determinar el grado en el que las actividades de calidad están siendo llevadas a cabo y la eficiencia relacionada de actividades de calidad, áreas de no conformidades y puntos de acción.

Las auditorías internas de áreas particulares de la instalación del proveedor deben programarse basadas en:

- a. la importancia del área en cuestión,
- b. los resultados de auditorías anteriores,
- c. El número, magnitud y gravedad de no conformidades trazables al área de proceso.

Las auditorías internas deben llevarse a cabo por personal capacitado y autorizado, que no tenga regularmente ningún vínculo o responsabilidad en el área (s) siendo intervenida (s).

Los resultados de las auditorías deben ser registrados (ver 16.) y presentados al personal de la dirección con responsabilidad en el área intervenida.

Si se encuentra alguna deficiencia durante la auditoría, el personal de la dirección de esa área es responsable de tomar acciones correctivas oportunas.

El proveedor debe llevar a cabo actividades de seguimiento de la auditoría para verificar y registrar la implementación y eficacia de la acción correctiva tomada.

## **18. CAPACITACIÓN.**

El proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para la implementación de un programa de formación, para asegurar que todo el personal puede llevar a cabo su tarea de manera consistente con los objetivos del sistema de la calidad. El programa de formación debe:

- Calificar personal asignado a tareas específicas. Los empleados pueden ser calificados en base a su educación, formación y/o experiencia, según se necesite.
- Identificar "falta de habilidad" por medio de exámenes u otras técnicas.
- Asegurar los recursos de formación apropiados

- **Verificar la eficiencia de la formación por medio de exámenes u otras técnicas.**
- **llevar acabo supervisión posterior a la capacitación, según se necesite.**

Deben mantenerse registros adecuados de la formación y niveles de competencia de cada empleado. (ver 16.)

#### **19. SERVICIO.**

En casos en donde el servicio es un requisito específico, el proveedor debe establecer y mantener procedimientos documentados para desempeñar, verificar e informar que el servicio es apropiado a las necesidades de los clientes y del mercado.

Deben mantenerse registros apropiados de todas las actividades referentes al servicio.

#### **20. TÉCNICAS ESTADÍSTICAS.**

El proveedor debe identificar la necesidad de técnicas estadísticas que son necesarias para establecer, controlar y verificar las capacidades del proceso y las características del producto.

## CAPITULO 5 "ISO 9001 EN LA FABRICACIÓN DE TORRES DE ENFRIAMIENTO."

### 5.1 CONSIDERACIONES PARA LA ADOPCIÓN DE LAS NORMAS ISO 9000.

Las empresas que buscan la certificación ISO 9000, deben analizar cuidadosamente una serie de factores sobre los que se funden argumentos válidos. La certificación no debe ser tomada una cuestión de moda, que lleve a realizar esfuerzos sin fundamento alguno.

Hay que analizar como ISO 9000 puede impactar la posición, la rentabilidad y la permanencia de la empresa.

A continuación, se describen algunos factores para considerar la adopción de ISO 9000 dentro de la empresa:

- Si se fabrica algún producto reglamentado por la norma de calidad, ISO 9000 puede ser la diferencia entre hacer negocio o no.
- Si los requerimientos de los clientes se vuelven más estrictas y requieren de sus proveedores la adopción de un sistema que asegure la calidad de sus productos, entonces la necesidad del desarrollo del sistema es evidente. De no hacerlo, seguramente habrá alguien que si lo hará y arrebatará la porción de mercado de aquellos proveedores resistentes al cambio.
- ISO 9000 sirve de base para las empresas que deseen desarrollar esfuerzos en materia de calidad, pues de aplicación genérica y de amplio reconocimiento. Ayuda a mejorar las operaciones internas, y representa un medio para evaluar la situación actual y un guía de desarrollo.
- Por otro lado si se contempla la penetración de una empresa hacia nuevos mercados, ISO 9000 constituye una herramienta que favorece esta actividad.
- Hay que considerar también a la competencia. Si los competidores se encuentran desarrollando su sistema de Aseguramiento de Calidad o ya lo tienen funcionando, entonces no hay que retardar más su adopción. Mientras mayor sea la distancia que se guarda con respecto a la competencia, mayor será la dificultad para remontarla y lo más probable es que se empiece a perder participación en el mercado.

Cuando se tiene la oportunidad de escoger entre dos proveedores del mismo producto, el que cuente con un sistema de Aseguramiento de Calidad llevara la delantera sobre el que no la tenga. El cliente depositará mayor confianza en los proveedores que demuestren la capacidad de controlar sus procesos.

- ISO 9000 es en esencia una buena práctica de negocio. Su adopción puede considerarse conveniente si con esto se puede ampliar la ventaja competitiva, aumentar la confianza de los clientes, mejorar los sistemas de trabajo, así como la participación en el mercado.
- ISO 9000 no solamente puede ser conveniente para grandes empresas aún en empresas pequeñas puede justificarse la certificación, de tal modo que se deban evaluar las oportunidades y los riesgos, los costos y los beneficios que esto traerá

## **5.2. LA EMPRESA Y SU PRODUCTO.**

La empresa que sirve como caso práctico para esta tesis es de tamaño mediano, y fabrica torres de enfriamiento tipo paquete (armadas en planta) e industriales (armadas en campo), así como refacciones, en el capítulo 1 se describieron sus características. Con el fin de respetar la confidencialidad de la información, no se mencionará su nombre.

## **5.3. MECANISMO DE FABRICACIÓN.**

Partiendo de la base de la selección de la torre de enfriamiento el mecanismo para obtener su fabricación es el siguiente:

1. Aceptada la cotización y selección por el cliente, VENTAS recibe el pedido, con el cual genera el documento orden de venta que envía a: Ingeniería, Control de Producción, Contabilidad, Instalación y Montajes, Almacén y Embarques, y Aseguramiento de Calidad.

2. VENTAS además debe proporcionar a Ingeniería y Aseguramiento de Calidad especificaciones o información técnica enviada por el cliente, en caso de que exista.

3. INGENIERÍA Y DISEÑO genera la lista de materiales correspondiente; adjunto a la misma entrega planos de fabricación requeridos en su última revisión y/o planos del cliente para diseños especiales de algunas partes a Control de Producción y Aseguramiento de Calidad. Al departamento de Almacén y Embarques se le proporciona la lista de materiales y planos de ensamble generales para identificación de piezas.

4. CONTROL DE PRODUCCIÓN en base a la orden de venta, lista de materiales y planos de fabricación, emite las solicitudes de compra de los materiales necesarios al departamento de Compras y las ordenes de producción a los talleres de la planta para la fabricación de la torre

**5. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD.** en base a la orden de venta, lista de materiales y planos de fabricación debe aplicar el PROGRAMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD que es un documento en el que quedan asentados los diferentes tipos de inspección verificación pruebas y/o certificados de componentes de la torre que deben efectuarse durante la fabricación de los mismos y en la inspección final antes de su disponibilidad para embarque.

**6.** Todas las partes de la torre y/o torres fabricadas y ensambladas en planta deben ser fabricadas e inspeccionadas de acuerdo a los procedimientos correspondientes.

**7.** Las inspecciones se hacen por muestreo, verificando los requisitos de ingeniería y calidad; si los componentes no cumplen se efectúa un reporte de notificación al responsable del departamento involucrado. Si son materias primas se canaliza la notificación al proveedor a través de Compras.

**8.** Las torres armadas en planta son sometidas a pruebas de funcionamiento sin carga y a una inspección final antes de notificar su disponibilidad al Almacén para posteriormente embarcar al cliente.

**9.** Los materiales como refacción y/o para torres armadas en campo una vez aprobados son entregadas a Almacén y Embarques para que empaque los materiales de acuerdo a procedimiento y posteriormente notifique su disponibilidad para enviarlo al cliente.

#### **5.4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA.**

##### **POLÍTICA.**

La empresa consciente de la responsabilidad que tiene con sus accionistas, empleados, obreros, clientes y sociedad en general, esta comprometida en:

- Mantener un crecimiento sano y sostenido.
- Participar en negocios de rentabilidad atractiva.
- Ofrecer al mercado productos y servicios de calidad que satisfagan plenamente las necesidades de sus clientes.

Es responsabilidad de todo el personal de la empresa involucrarse y comprometerse en un proceso planeado y sistemático de Mejoramiento Continuo en todas las actividades que realiza.

La meta que se establece parece simple y sencilla "SER LOS MEJORES" junto con una política de calidad que establece:

**"CALIDAD SIGNIFICA MEJORAR CONTINUAMENTE PARA SATISFACER LAS NECESIDADES DE NUESTROS CLIENTES"**

##### **ORGANIZACIÓN.**

La implantación de ISO 9001 en la empresa, requiere de una estructura organizacional que cuente con un área de Aseguramiento de Calidad encargada de que el sistema de calidad se mantenga conforme a los requerimientos del estándar tanto en la etapa de desarrollo como una vez implementado

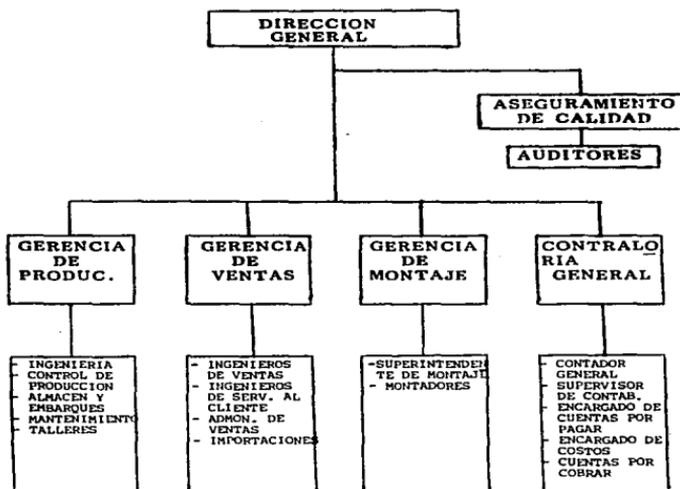
Esta área debe ser independiente de las otras, con relación directa a la dirección general. El objetivo es que tenga libertad organizacional para coordinar, recomendar, iniciar o realizar acciones sobre cualquier aspecto del sistema de calidad para mantenerlo conforme a lo requerido y autoridad para anteponer las decisiones relativas a la calidad del producto sobre aquellas contrarias a la misma, provenientes de cualquier otra área.

De la misma manera, debe tener acceso directo a la dirección general para exponer problemas relacionados con la calidad y lograr su respaldo.

Mediante la independencia de esta área, se permite un adecuado monitoreo y control del sistema.

Aquí cabe mencionar que aunque Aseguramiento de Calidad se encarga de que el sistema de calidad se mantenga efectivo de acuerdo a lo establecido, es responsabilidad de cada área mantener su operación conforme a los elementos que se aplican a cada una de ellas.

En la siguiente figura, se presenta el organigrama propuesto



ORGANIGRAMA

## **MANUAL DE CALIDAD DE LA EMPRESA.**

El sistema de calidad debe ser documentado, de acuerdo a los requerimientos proporcionados por ISO 9001, ya que la empresa trabaja en base a un diseño que se va modificando constantemente dependiendo de las necesidades del cliente.

El sistema de calidad puede documentarse a 3 niveles:

- 1ro.** Manual de Calidad de la empresa,
- 2do.** Procedimientos y
- 3ro.** Conjunto de documentos (instrucciones, especificaciones, planos, formatos, etc.)

En el desarrollo del manual de calidad de la empresa debe realizarse conjuntamente entre el área de Aseguramiento de Calidad y las distintas gerencias, así como los jefes y supervisores de departamento. Cada una participará con Aseguramiento de Calidad en lo referente a los elementos aplicables a la misma. La dirección contribuirá en la definición de las políticas de calidad de la empresa.

Se recomienda un manual genérico, que contenga la política de calidad de la empresa, los bosquejos gerenciales de la organización las políticas respecto a los elementos proporcionados por el estándar en cada una de las áreas y una referencia de procedimientos generales. Esto tiene por objeto que durante la descripción genérica de los elementos del sistema en cada área, se identifiquen cuáles son los procedimientos correspondientes. Así por ejemplo, cuando se describa el área de compras, en el punto de inspección en la recepción se tendrá:

"Todos los materiales comprados deben ser inspeccionados utilizando el procedimiento xxx.yyy.zzz y comprados con la orden de compras correspondiente.

Debe ser genérico, de tal manera que sea de fácil mantenimiento. Cualquier cambio en los procedimientos o en los demás documentos podrá hacerse en el nivel correspondiente sin tener que modificar el manual de calidad de la empresa.

Otra razón, deriva de que la documentación de los demás niveles puede no interesar a los poseedores del manual (incluyendo clientes) o ser información confidencial para la empresa.

El manual de calidad debe ser aprobado por la dirección general. Debe aparecer la firma de ambos, el director general y el gerente de aseguramiento de calidad.

El manual de calidad debe distribuirse a cada una de las gerencias, a los supervisores y jefes de departamento y a aquellos clientes que así lo requieran. Es responsabilidad de Aseguramiento de Calidad controlar la distribución del manual de calidad y sus enmiendas.

## **REVISIÓN DE CONTRATO.**

Todas las ordenes de pedidos deben ser revisadas y coordinadas por el director, junto con todos los gerentes de la empresa, y en caso de que exista una inadecuada elaboración u orden confusa, esta se realizara de nuevo hasta que se encuentren correctamente definidos todos sus puntos a cumplir.

Cada gerente de área debe revisar, la parte de contrato que le corresponda, verificando que:

- Los requisitos están adecuadamente definidos y documentados.
- Si algún requisito difiere de la oferta original y
- Comprobar que se cuenta con la capacidad para satisfacer los requisitos del contrato

Una vez revisado el contrato, se efectuará una nueva reunión con la Dirección General para que sean manifestados los puntos necesarios de aclarar por cada gerente y pueda este ser rechazado o aprobado dentro del tiempo establecido por el cliente para aclaraciones.

Los contratos verificados serán aprobados por la Dirección General y transmitidos por el gerente de Ventas, junto con toda la información necesaria. (especificaciones del cliente, planos específicos, condiciones de fabricación inspección, embarque, cobranzas, etc.), a los diferentes gerentes de área, en forma inmediata y explícita con la orden de venta correspondiente.

## **CONTROL DE DISEÑO.**

El área de Ingeniería y Diseño es el responsable de efectuar adecuadamente un control de cambios en el diseño original a todas aquellas partes fabricadas para la torre de enfriamiento que requieran ser modificadas con respecto al diseño original y que puedan justificarse y someterse a las mismas medidas de control aplicadas al diseño original.

El gerente de Producción junto con el de Ingeniería deben presentar a la Dirección General los cambios debidamente justificados y documentados antes de que estos sean realizados en la producción normal.

El gerente de Producción y el de Ingeniería establecen y mantienen en uso, procedimientos para la identificación, documentación, revisión y aprobación de todos los cambios y modificaciones de diseño, mismos que son verificados con Aseguramiento de Calidad

Ventas está al tanto de esta modificación cuando así lo amerite para que el producto que reciba el cliente, sea el cotizado y garantizado

## **CONTROL DE DOCUMENTOS.**

Todos los documentos que constituyen el sistema de calidad deben estar controlados, revisados y aprobados por el personal autorizado, con esto se pretende controlar todos aquellos documentos que sirven a la empresa como respaldo administrativo y técnico en el desempeño de los trabajos y servicios que se realizan.

Cada uno de los documentos queda a resguardo y bajo la responsabilidad de los siguientes departamentos según se indica:

### **Aseguramiento de Calidad.**

- Manual de Calidad.
- Procedimientos de Aseguramiento de Calidad.
- Documentos de inspección y prueba.
- Manual de especificaciones, normas, códigos, etc.

### **Producción.**

El gerente de producción debe conservar una copia de cada uno de los manuales operativos y de procedimientos de los departamentos de producción.

Cada jefatura de producción es responsable de su propio manual operativo y de procedimiento, de la información técnica como planos y especificaciones que le sean proporcionados para su trabajo.

### **Ventas.**

El gerente de ventas es responsable de los manuales operativos y de procedimientos de ventas, así como de la información técnica (gráficas, tablas, especificaciones, etc.), información comercial, listas de precios, costos, etc.

### **Contraloría.**

El contralor general es responsable del manual operativo y procedimiento del departamento, información financiera al consejo de administración y a la Dirección, estados financieros y toda documentación confidencial del departamento legal de la empresa.

**Dirección.**

La Dirección General establece que cada uno de los responsables de los documentos, debe elaborar un procedimiento que asegure:

- Todos los documentos y datos han sido revisados y aprobados de acuerdo a lo establecido antes de su emisión.
- La última revisión debe estar disponible en los lugares donde se aplica y en un lugar accesible de consulta.
- Todos los cambios realizados en los documentos deben ser registrados en el mismo, o en el apéndice de la naturaleza del cambio como antecedente.
- Todos los documentos pueden consultarse, pero queda prohibida su reproducción sin previa autorización de la Dirección y/o gerente del área correspondiente.

**COMPRAS.**

El departamento de Compras y el de Importaciones son los responsables de establecer y mantener el uso de procedimientos que aseguren que los suministros adquiridos cumplen con los requisitos especificados, solamente debe comprarse a proveedores calificados por nuestro sistema de Aseguramiento de Calidad y que cuente con uno propio.

El gerente de Producción junto con el responsable de Compras presentan a la Dirección los procedimientos utilizados en compras nacionales.

Importaciones presenta a la Dirección los procedimientos escritos utilizados para compras de importación.

Aseguramiento de Calidad junto con Compras son responsables de la calificación de proveedores de acuerdo a lo requerido y debe proporcionar tanto a compras como a importaciones la relación de aquellos proveedores que cumplan con las especificaciones y que califiquen como confiables.

Producción debe proporcionar los documentos de compra debidamente, elaborados, conteniendo datos claros y describiendo el producto solicitado incluyendo:

- El nombre, tipo, clase, estilo, grado, u otras identificaciones precisas.
- La emisión aplicable de normas, códigos especificaciones, dibujos, requisitos de proceso instrucciones de inspección y otros datos técnicos relevantes, incluyendo requisitos para la aprobación de productos, procesos, procedimientos y personal

Por requisito de Aseguramiento de Calidad todos los materiales usuales deben venir acompañados por :

- Certificados de calidad.
- Reportes de inspección.
- Carta de garantía.
- Análisis químicos.
- Pruebas físicas.
- o cualquier documento que valide o ampare lo que estamos recibiendo.

### **IDENTIFICACIÓN Y RASTREABILIDAD DEL PRODUCTO.**

Se debe identificar los productos y servicios en producción desde su recepción y fabricación hasta su instalación y uso de la siguiente manera:

#### **Materias Primas.**

Las materias primas que se deben identificar básicamente son:

**1. Fundición y partes metálicas.** Se identifican físicamente con un marcador ó numero de golpe, indicando:

- No. de colada.
- No. de certificado y/o remisión.
- Fecha de recepción.
- Proveedor.

**2. Resina poliester. Se identifica físicamente con etiquetas indicando:**

- No. de lote.
- Tipo de resina.
- Fecha de recepción.
- No. de certificado.
- Proveedor.

**3. Fibra de vidrio. Se identifica físicamente con etiquetas indicando:**

- Tipo de fibra.
- No. de lote.
- Densidad/Tex
- Peso.
- No. de compra.
- Fecha de recepción.
- Proveedor.

**4. Madera y Triplay. Se identifica físicamente con un marcador en el canto de las piezas indicando.**

- Remisión de Embarque.
- Orden de compra.
- Dimensiones.
- Fecha de recepción.
- Proveedor.

**5. Químicos. Se identifican físicamente con etiquetas indicando.**

- Nombre del producto.
- Peligrosidad.
- Proveedor.
- Fecha de recepción.
- Fecha de caducidad.

### **Partes Fabricadas en Planta.**

**I. Partes y/o componentes deben ser identificados con:**

- No. de orden de venta.
- No de parte.
- No. de modelo.
- Diámetro en el caso de ventiladores.
- No. de serie.

**Servicios.** En este caso son: Galvanizado, Tropicalizado y algunos otros tipos de maquila.

- No. de orden de venta.
- No. de parte.
- No. de remisión.
- Proveedor.

**Documentación Específica.** toda la documentación utilizada para fabricación e inspección de las partes y componentes debe hacer referencia a Códigos conocidos como son:

- No de orden de venta.
- No. de parte.
- No. de plano de fabricación y/o ensamble.

**Rastreabilidad.** se logra a través de los registros de calidad, donde se puede reconstruir la historia de todo lo relacionado a un lote u orden de venta específica, para tomar acciones correctivas o proporcionar mayor información al cliente en caso de que la requiera.

### **CONTROL DE PROCESOS.**

Se debe planear y controlar la producción para asegurar que todas las operaciones se lleven a cabo en las condiciones previstas y así poder detectar todos los factores que afecten el proceso de producción en forma oportuna.

Aseguramiento de Calidad es el responsable dentro y fuera de la planta del proceso de producción, así como el de diseñar y verificar que se lleven a cabo correctamente los procedimientos de inspección que para este fin se han elaborado.

**Aseguramiento de Calidad debe tomar en cuenta:**

- Diagramas de flujo y/o hoja de ruta.
- Puntos críticos del proceso.
- Habilidades o conocimientos del operario.
- Requisitos de los suministros (materia prima, combustibles, energía eléctrica, etc.)

En el capítulo 3 se muestran algunos controles estadísticos que se llevan a cabo en algunos procesos en la fabricación de torres de enfriamiento.

Producción es responsable de la planeación y control de la producción así como la adecuada aplicación de los procedimientos del proceso de producción.

Compras debe verificar que los procesos de producción de los proveedores, están de acuerdo con los requisitos de Ingeniería y Aseguramiento de Calidad especificados.

### **INSPECCIÓN Y PRUEBA.**

Aseguramiento de Calidad junto con Producción, Compras y Almacén y embarques deben definir las características y los métodos de inspección y prueba para verificar la conformidad de un producto.

Los tres puntos principales de inspección y prueba dentro del proceso productivo son:

- Inspección y prueba en recibo.
- Inspección y prueba en proceso.
- Inspección y prueba final.

En las tablas siguientes se encuentran un compendio de las normas y/o especificaciones que debe cumplir cada uno de los materiales que se utilizan en la fabricación de la torre y que se deben inspeccionar.

### **MADERA.**

MATERIAL	ESPECIFICACION	PRUEBA	USOS.
Madera pino ponderosa	C.T.I.	Química. Física	Columnas. Diagonales. Largueros
Triplay marino.	ADM. una cara.	Física.	Paredes, sellos, Pisos depósito de distribución, soportes, eliminador, etc.

**EMPAQUES Y ELASTOMEROS.**

MATERIAL.	ESPECIFICACION.	PRUEBA.	USOS.
Neopreno.	C.T.I. cloropreno.	Física.	Empaques.

**METALES.**

MATERIAL	ESPECIFICACION	PRUEBA	USOS
Acero estructural.	ASTM-A-36	Química Mecánica	Brida p/tubos. Soporte motor. Soporte reductor. Guardaventilador.
Acero p/tuberías de 4" diam. y menores.	ASTM-A-53 Grado B	Química Mecánica.	Soporte equipo mec. Tubería de distrib
Lamina de acero.	ASTM-A-120	Química Mecánica.	Niples. Soporte de relleno. Barandales.
Acero inoxidable serie 300	ASTM-A-276	Química. Mecánica.	Tornillería.
Acero inoxidable tipo 304.	ASTM-A-276	Química. Mecánica.	Bridas p/flechas. Clavos. Tornillería.
Acero inoxidable tipo 316	ASTM-A-276	Química Mecánica.	Mallas Soporte de relleno.
Acero inoxidable Tubing soldable.	ASTM-A-554 ASTM-A-312	Química. Mecánica.	Flechas de transmisión.
Aluminio fundición.	ASTM-A-356.2	Química Mecánica. Mecanografía	Aspas p/ventilador. Maza p/ventilador.
Bronce-latón bajo zinc.	COMERCIAL.	Química Mecánica	Lainas p/ensambles mecánicos
Bronce sinterizado.	ASTM-B-438 Grado 1 o 2	Química. Mecánica	Bujes para chumacera.
Hierro gris.	ASTM-A-48 CLASE 20.	Química Mecánica Metalografía.	Coplees p/flechas. Cuerpo reductor. Base de anclaje. Cuerpo de válvula.
Hierro gris	ASTM-A-48 CLASE 30	Química. Mecánica Metalografía	Maza para ventilador.
Hierro nodular o dúctil.	ASTM-A-538	Química Mecánica. Metalografía	Abrazaderas para ventilador de 264-336" diam.

### PLÁSTICOS.

MATERIAL.	ESPECIFICACIÓN.	PRUEBA.	USOS.
Resina poliéster.	Orto-ftálica pre-acelerada.	Física.	Sellos, persianas, topes, cilindro p/ventilador.
Resina poliéster.	Iso-ftálica, altos sólidos.	Física.	Mallas soporte de relleno.
Polipropileno.	Alto impacto. Termoplástico para inyección.	Física.	Orificios de distribución. Broches para relleno.
P.V.C. rígido calandreado.	C.T.I. standard 136	Física.	Relleno laminar termoformado al vacío.
P.V.C. extrusión.	C.T.I. standard 136	Física.	Perfiles, relleno, soporte eliminador, eliminador.

### RECUBRIMIENTOS, ADHESIVOS Y SELLADORES.

MATERIAL.	ESPECIFICACIÓN.	PRUEBA.	USOS.
Galvanizado por inmersión caliente.	NOM.-J-151	Adherencia. Espesores.	Flecha de transmisión. Tubería de distribución. Tornillería. Partes metálicas.
Pegamento p/ p.v.c.	Adhesivo uretano.	Química. Física.	Relleno P.V.C.
Pegamento de contacto.	Comercial.	Química. Física.	Piezas fibra de vidrio.
Sellador loctite 680.	RC-635-MIL-R-46082	Química. Física.	Tornillos de equipo mec., guarda flechas.
Sellador negro para madera.	Marmastic 305.	Química. Física.	Deposito de distribución. Piso de ventilador. Deposito de agua fría.
Sellador de hule Butilo.	Bostik 3035	Química. Física.	Partes de asbesto.
Sellador de ductos.	3M-800	Química. Física.	Madera torres paquete.
Antiaferrante.	Thred Gard.	Química. Física.	Acoplamiento de flechas del equipo mecánico.
Sellador para tuberías.	Penatex No. 2	Química. Física.	Línea de lubricación equipo mecánico.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

**MISCELÁNEOS.**

MATERIAL.	ESPECIFICACIÓN.	PRUEBA.	USOS.
Cromato ácido de cobre.	A.W.P.A. A.C.C.	Química.	Tratamiento de impregnación de madera
Asbesto cemento.	A.C.B.	Física.	Paredes, Esquineros, Persiana.
Fibra de vidrio para pultución.	NOM-P-14 NOM-P-11	Física.	Mallas soporte de relleno.
Fibra de vidrio para moldeo.	NOM-P-14 NOM-P.11	Física,	Cilindros para ventilador tubería de distribución.

En la tabla siguiente se encuentran las pruebas de funcionamiento que se deben realizar a los componentes principales ya sea bien por el proveedor o en la planta, según se aplique.

**ESPECIFICACIÓN DE COMPONENTES.**

COMPONENTE.	ESPECIFICACIÓN.	PRUEBA.
Motores.	N.E.M.A.	Protocolo de prueba completo de acuerdo a la espec. del fabricante. En planta amperaje.
Reductores de velocidad.	Marley U.S.A	Vibración y temperatura de operación.
Flechas de transmisión.	Marley U.S.A.	Balancó dinámico. Vibración.
Ventiladores.	Marley U.S.A	Balancó estático.
Torres paquete.	Marley U.S.A	Vibración amperaje motor sin carga.

## **EQUIPO DE INSPECCIÓN MEDICIÓN Y PRUEBA.**

Se debe asegurar la precisión de las mediciones realizadas con el equipo inspección tanto para materias primas, proceso como para producto terminado.

Aseguramiento de Calidad es el responsable de elaborar y aplicar correctamente los procedimientos para el control, calibración y mantenimiento del equipo de inspección, medición y pruebas.

La calibración debe realizarse por medio de un laboratorio externo, que forme parte del Sistema Nacional de Calibración, esto con el fin de que se proporcione un certificado de calibración avalado por la DGN.

Todos los equipos deben ser identificados con un número de referencia físicamente, sin que se vea afectado su funcionamiento para un adecuado control y registro de su calibración.

Actualmente la empresa cuenta con el siguiente equipo:

- Calibrador de carátula.
- Micrómetro (interiores y exteriores).
- Calibrador de alturas.
- Balanza analítica.
- Balanza granataria.
- Mufla de calcinación.
- Horno.
- Durometro Brinell.
- Microtest
- Tacómetro.
- Viscosímetro Brookfield LVF
- Multímetro.

El equipo con el que no cuenta la empresa y es necesario adquirir es de un vibrometro y de un equipo para la inspección de soldadura y de fundición.

## **ESTADO DE INSPECCIÓN Y PRUEBA.**

Se debe identificar adecuada y confiablemente los productos o bienes fabricados, evitando que sean utilizados o instalados hasta que se hayan pasado las inspecciones y pruebas requeridas.

Aseguramiento de Calidad es responsable y el único autorizado para la aplicación y remoción de marcas, etiquetas tarjetas y/o sellos que indiquen el estado de inspección de los productos o servicios.

Las formas de identificar el estado de inspección son:

- Marcadores de colores.
- Etiquetas autoadheribles.
- Tarjetas de inspección

Los colores que se deben utilizar para identificar los productos conformes de los que no lo están son:

- **Amarillo.** Retrabajo o pendiente.
- **Verde.** Aprobado.
- **Rojo** Rechazado.

## **CONTROL DE PRODUCTOS NO CONFORMES.**

Aseguramiento de Calidad es responsable de la aplicación y ejecución de los procedimientos de las no conformidades, así como de llevar un adecuado registro.

Se debe identificar un producto no conforme, utilizando para ello un marcador y/o etiqueta de color amarillo.

los productos no conformes se separan y envían al área de cuarentena apropiada en cada departamento.

Los productos no conformes deben ser revisados de acuerdo a procedimientos específicos documentados, que pueden ser:

- Reparados o retrabajados.
- Aceptados con o sin reparación o retrabajo por concesión.
- Degradados para aplicaciones alternativas.
- Rechazados o enviados al desperdicio.

Todos los productos reparados o retrabajados deben reinspeccionarse con el mismo procedimiento. Los productos aprobados y los resultados de la reinspección deben documentarse e informarse a la Dirección.

### **ACCIÓN CORRECTIVA.**

Cada uno de los jefes de los distintos departamentos son responsables de establecer y mantener en uso procedimientos adecuados para el análisis de las no conformidades y de sus correspondientes acciones correctivas.

Es responsabilidad de Aseguramiento de Calidad, dar seguimiento a la efectividad de las acciones correctivas para eliminar las causas potenciales de las inconformidades.

Se consideran situaciones perjudiciales a la calidad, los procesos de diseño y producción como: mal funcionamiento, errores, materiales deficiente o no aptos, deben ser objetos de medidas para su reconocimiento y corrección oportuna, por lo tanto, debe establecerse y documentarse las medidas para el control de acciones correctivas.

Se debe prever un sistema de análisis, el cual debe contener:

#### **sistema de información:**

Debe coleccionarse todos los datos del problema y sus efectos para analizarse, clasificándose por factores, como tipo de bien o elemento, modo de falla, materiales, proceso de producción, proveedor, etc. para determinar la falla correctiva.

#### **detección de acciones.**

Cualquier persona que detecte la necesidad de una acción correctiva debe reportar el problema por medio de un memorándum al gerente de área y/o jefe inmediato junto con Aseguramiento de Calidad.

#### **determinación de las causas.**

La determinación entre la relación causa-efecto, es esencial para una acción correctiva efectiva.

Se debe evaluar la importancia del problema que afecta la calidad en términos de su impacto potencial o en consideraciones tales como costos de calidad, comportamiento, seguridad y satisfacción del cliente.

Se deben clasificar cada una de las variables significativas, ya sean controlables por el operador del proceso o por la dirección, en esta última se incluyen problemas relacionados con el diseño, materiales, equipo, proceso productivo, métodos de inspección y calibración.

#### **aplicación de la acción correctiva.**

Una vez detectada la causa, deben tomarse las acciones correctivas pertinentes por los directivos responsables, debiendo vigilar su aplicación en forma integral y evaluar su efectividad en la solución del problema.

Las detecciones, las causas y la acción correctivas planificadas y ejecutadas deben ser documentadas y dirigidas a niveles apropiados de dirección.

### **MANEJO, ALMACENAMIENTO Y EMPAQUE.**

Se deben establecer medidas con objetos de identificar y mantener bajo control los elementos desde su recibo inicial, almacenamiento y hasta su uso o instalación.

#### **Manejo.**

Deben establecerse prácticas de manejo adecuadas durante el proceso de producción y embarque para evitar la posibilidad de daño o pérdida por el uso de equipo inadecuado, actos o condiciones inseguras o falta de medios de protección del producto.

#### **Almacenamiento.**

deben establecerse en el grado que sea necesario los métodos de almacenamiento definidos en procedimientos específicos, documentados para minimizar la posibilidad de daño o degradación de la calidad, debido a la corrosión contaminación deterioro o daño físico. Los controles y métodos de almacenamiento deben incluir:

#### **Áreas de almacenamiento.**

deben mantenerse prácticas de limpieza y mantenimiento todo el tiempo, las áreas deben mantenerse limpias como sea requerido, para evitar la acumulación de basura, material sobrante de empaques y otros sólidos, así mismo debe cumplir con lo siguiente:

- Control de acceso a las zonas de almacenamiento.
- Protección necesaria contra fuego

#### **Métodos de almacenamiento.**

Los métodos y procedimientos de almacenamiento deben cumplir con lo siguiente:

- Los materiales peligrosos como químicos, solventes, pinturas y otros deben estar en áreas ventiladas y lo más alejado posible de las instalaciones o de otros almacenes

- En lo posible, todos los materiales deben ser almacenados de tal manera que permitan un rápido acceso para colocación, inspección o retiro sin excesivo manejo, dentro de contenedores o bases adecuadas para evitar su deterioro o daño.
- Deben mantenerse identificados los bienes o elementos y sus contenedores.

#### **Control de almacenamiento**

Debe mantenerse un sistema de inspecciones periódicas para verificar el cumplimiento de estos requisitos y procedimientos establecidos. Así mismo deben tenerse los cuidados como verificaciones periódicas del estado del empaque, la colocación de disecantes, el control de fechas de caducidad de materiales sujetos a degradación o envejecimiento y otros requisitos aplicables.

#### **Empaque.**

Deben establecerse procedimientos específicos encaminados a proteger los elementos contra la corrosión, contaminación, daño físico o cualquier otro efecto que degrade su calidad o los deteriore, durante todo el tiempo en que estos se almacenan y manejan.

#### **Métodos de protección**

Es necesario empacar y proteger de manera adecuada los bienes o elementos, y cuando sea aplicable cubrir los siguientes requisitos:

- Deben utilizarse contenedores y guacales cuando se requiere una mayor protección al bien, elemento o a su envoltura
- Deben proveerse de dispositivos de anclaje y sujeción cuando sea necesario, mediante la utilización de tornillos, pernos y otros dispositivos

#### **REGISTROS DE CALIDAD.**

Es responsabilidad de Aseguramiento de Calidad, junto con los gerentes de cada área, establecer, documentar y mantener los procedimientos especificados según corresponda, para la identificación, colección archivo y mantenimiento y dispositivos de registro de calidad.

Todos los procedimientos desarrollados para establecer registros de calidad debe cumplir con los siguientes requisitos: Definir que registro mantendrá, cuál será el tiempo de conservación en función de su uso y requerimientos legales y contractuales.

Un documento se considera válido para servir de registro solamente si esta sellado, firmado o por otro medio de autenticación realizado por personal autorizado, asimismo debe ser legible, completo y con su fecha de emisión debiendo ser rastreado al bien, al elemento, al lote, al proceso, o al periodo de realización de las actividades de diseño, aprovisionamiento o producción.

### **AUDITORIAS INTERNAS**

Mediante ellas se verifica la conformidad entre lo descrito en los manuales de calidad y la operación real del sistema.

Se recomienda que las auditorias se lleven a cabo tanto para proveedores como para el proceso de producción mínimo dos veces por año, basándose en la norma ISO 10011.

### **CAPACITACIÓN.**

El personal de Aseguramiento de Calidad debe estar adecuado a la norma de auditoría ISO 10011, además estar familiarizado con el proceso productivo a fin de desarrollar adecuadamente sus actividades.

Debe de contar con conocimientos de madera, plástico, metales, soldadura, y de herramientas estadísticas para el análisis de problemas.

El personal de producción debe contar con un entrenamiento de: Matemáticas, manejo de equipo y procesos de manufactura, soldadura, interpretación de planos.

### **TÉCNICAS ESTADÍSTICAS.**

Es fundamental el de utilizar herramientas estadísticas dentro de las actividades de Aseguramiento de Calidad.

En el capítulo 3 se muestran varios métodos estadísticos que se aplican en la fabricación de torres de enfriamiento.

## CONCLUSIONES.

Para combatir la crisis económica que vive actualmente el país, debemos ser más competitivos en los mercados internacionales, esto se logra produciendo artículos de calidad, los cuales estarán basados en un sistema de control estadístico de procesos. Este sistema debe enfocarse a la prevención del error y no a la detección y corrección del mismo por lo tanto la necesidad de competir nos obliga a crear, a innovar a desarrollar. Nos obliga a ser mejores

La calidad es un factor estratégico para la competitividad de las empresas, incidiendo directamente en los costos, en la estrategia empresarial, en los recursos humanos y en el cliente

Debido a esto la administración por calidad a alcanzado una dimensión de totalidad que implica la participación general del personal de la empresa, cualquiera que sea su nivel, y que pone énfasis en la satisfacción del cliente y la mejora continua.

Hoy en día, la certificación en ISO 9000 permite unificar criterios y ofrece una mayor ventaja competitiva a sus aliados, es indudable que los sistemas de calidad han dejado de ser una moda y se han convertido en una necesidad prioritaria e indispensable para lograr un nivel verdaderamente competitivo, a través de un desarrollo de operaciones más productivas, con menores costos y con mayor calidad

A su vez, la fabricación de Torres de Enfriamiento, se ve favorecida por tener un sistema de Aseguramiento de Calidad sólido, ya que en cualquier momento se detectan las fallas y se procuran mejoras continuas debido a que todos los departamentos están íntimamente involucrados en la fabricación de todos los elementos que constituyen la Torre de Enfriamiento, desde su adquisición hasta su montaje, y la puesta en operación de la misma.

En estos equipos como en muchos otros el Aseguramiento de Calidad no concluye con la puesta en marcha. Este prosigue con un servicio de pos-venta, que le da al cliente, la orientación del mantenimiento que debe efectuar y las futuras refacciones que adquirirá para el mismo equipo.

En resumen podemos decir que México es un país con grandes recursos naturales, lo cual lo pone en ventaja sobre muchos de sus competidores si se lograra aprovechar esto, pero la abundancia de recursos naturales no es un requisito para alcanzar la prosperidad. La riqueza de una nación depende de su población, de su administración y de su gobierno más que de sus recursos naturales.

Debemos tomar el ejemplo de Japón, el cual tiene un sistema productivo que esta cimentado en una sociedad fuertemente ligada con la superación y los deseos de sacar adelante a un país que hundido en las cenizas, tuvo fuerza para levantarse y progresar gracias al trabajo de todos, es decir:

**¡¡ TRABAJO EN EQUIPO!!**

**BIBLIOGRAFÍA.**

C.F.E.  
Tecnolab. No. 24/diciembre 1988/Vol. IV  
Tecnolab. No. 48/marzo 1993/ Vol. XI

Deming, W. Edward.  
Calidad, Productividad y Competitividad.  
Ed. Díaz de Santos.  
México, 1990.

Duncan, Acheson J.  
Control de Calidad y Estadística industrial.  
De. Alfaomega.  
México, 1989.

Elonka, Stephen M.  
Operación de plantas industriales.  
Ed. Mc. Graw Hill.  
México, 1982.

Ishikawa, Kaoru.  
Guía de Control de Calidad.  
Ed. UNIPUB  
U.S.A., 1985.

Normas Mexicanas NMX-CC-1994.

Rothery, Brian  
ISO 9000.  
Panorama ediciones.  
México, 1994.

n	X			S					R				
	A	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	d <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
2	2.1213	3.7599	1.8806	0.5642	0	1.8429	0	3.2664	1.128	0	3.687	0	3.2686
3	1.7321	2.3937	1.0231	0.7236	0	1.8583	0	2.5682	1.693	0	4.357	0	2.5735
4	1.5000	1.8799	0.7285	0.7979	0	1.8079	0	2.2659	2.059	0	4.699	0	2.2822
5	1.3416	1.5959	0.5768	0.8407	0	1.7567	0	2.0895	2.326	0	4.918	0	2.1144
6	1.2247	1.4100	0.4833	0.8686	0.0261	1.7111	0.0300	1.9700	2.534	0	5.078	0	2.0039
7	1.1339	1.2766	0.4193	0.8882	0.1045	1.6719	0.1176	1.8824	2.704	0.205	5.203	0.0758	1.9242
8	1.0607	1.1750	0.3726	0.9027	0.1670	1.6384	0.1850	1.8150	2.847	0.387	5.307	0.1359	1.8641
9	1.0000	1.0942	0.3367	0.9139	0.2189	1.6089	0.2395	1.7605	2.970	0.546	5.394	0.1838	1.8162
10	0.9487	1.0282	0.3082	0.9227	0.2612	1.5842	0.2830	1.7170	3.078	0.687	5.469	0.2232	1.7768
11	0.9045	0.9726	0.2851	0.9300	0.2994	1.5606	0.3219	1.6781	3.173	0.812	5.534	0.2559	1.7441
12	0.8660	0.9253	0.2658	0.9359	0.3302	1.5416	0.3529	1.6471	3.258	0.924	5.592	0.2836	1.7164
13	0.8321	0.8842	0.2494	0.9410	0.3593	1.5227	0.3818	1.6182	3.336	1.026	5.646	0.3076	1.6924
14	0.8018	0.8482	0.2353	0.9453	0.3842	1.5064	0.4064	1.5936	3.407	1.121	5.693	0.3290	1.6710
15	0.7746	0.8162	0.2231	0.9490	0.4062	1.4918	0.4281	1.5719	3.472	1.207	5.737	0.3476	1.6524
16	0.7500	0.7876	0.2123	0.9523	0.4273	1.4773	0.4487	1.5513	3.532	1.285	5.779	0.3638	1.6362
17	0.7276	0.7618	0.2028	0.9551	0.4446	1.4656	0.4655	1.5345	3.588	1.359	5.817	0.3788	1.6212
18	0.7071	0.7384	0.1943	0.9576	0.4606	1.4546	0.4810	1.5190	3.640	1.426	5.854	0.3918	1.6082
19	0.6882	0.7170	0.1866	0.9599	0.4765	1.4433	0.4964	1.5036	3.689	1.490	5.888	0.4039	1.5961
20	0.6708	0.6974	0.1796	0.9619	0.4900	1.4338	0.5094	1.4906	3.735	1.548	5.922	0.4145	1.5855
21	0.6547	0.6792	0.1733	0.9638	0.5042	1.4234	0.5231	1.4769	3.778	1.606	5.950	0.4251	1.5749
22	0.6396	0.6625	0.1675	0.9655	0.5170	1.4140	0.5354	1.4646	3.819	1.659	5.979	0.4344	1.5656
23	0.6255	0.6469	0.1621	0.9670	0.5278	1.4062	0.5458	1.4542	3.858	1.710	6.006	0.4432	1.5568
24	0.6124	0.6324	0.1572	0.9684	0.5385	1.3983	0.5561	1.4439	3.895	1.759	6.031	0.4516	1.5484
25	0.6000	0.6188	0.1526	0.9696	0.5467	1.3925	0.5638	1.4362	3.931	1.804	6.058	0.4589	1.5411

I . O N O X R N Y

TABLE I—Sample size code letters

Lot or batch size			Special inspection levels				General inspection levels		
			S-1	S-2	S-3	S-4	I RIGUROSA	II REDUCIDA	III
2	to	8	A	A	A	A	A	B	
9	to	15	A	A	A	A	A	B	
16	to	25	A	A	B	B	B	C	
26	to	50	A	B	B	C	C	D	
51	to	90	B	B	C	C	C	E	
91	to	150	B	B	C	D	D	F	
151	to	280	B	C	D	E	E	G	
201	to	500	B	C	D	E	F	H	
501	to	1200	C	C	E	F	G	J	
1201	to	3200	C	D	E	G	H	K	
3201	to	10000	C	D	F	G	J	L	
10001	to	35000	C	D	F	H	K	M	
35001	to	150000	D	E	G	J	L	N	
150001	to	500000	D	E	G	J	N	P	
500001	and over		D	E	H	K	N	Q	

TABLA B.

Tabla 16-2. Valores de  $i$  para los planes de muestreo continuo, de varios niveles.

(Estos valores están tomados en parte del "Inspection and Quality Control Handbook (Interim) H106 (31 Octubre 1958)" del Departamento de Defensa de los EE.UU. y en parte del "Proposed AMC Manual 74 (11 Junio 1956)" del Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Stamford.)

AQL % defectuoso	Para $f = 1/2$					Para $f = 1/3$					Para $f = 2/3$		
	$k = 1$	$k = 2$	$k = 3$	$k = 4$	$k = 5$	$k = 1$	$k = 2$	$k = 3$	$k = 4$	$k = 5$	$k = 1$	$k = 2$	$k = 3$
20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	5	6	-	-	-
15.0	-	-	-	4	5	-	4	6	7	8	-	-	-
10.0	-	4	0	5	4+0-0	-	7	10	12	13	-	-	-
7.5	-	0	9	11	13	0	11	14	16	15	-	-	-
5.0	5	11	15	18	20	10	18	22	25	27	-	5	8
4.0	7	14	19	22	25	14	23	29	32	34	-	7	11
3.0	11	20	26	31	34	19	32	39	43	46	5	11	16
2.0	18	31	40	47	51	31	48	59	66	71	9	18	25
1.5	25	43	55	63	69	42	60	80	89	95	13	25	34
1.0	39	65	83	95	104	64	100	129	154	162	21	39	52
0.75	54	88	112	128	140	87	134	161	179	191	30	53	71
0.50	82	132	168	193	210	133	202	243	269	287	46	80	107
0.35	119	197	241	275	302	190	290	349	386	408	-	-	-
0.25	167	269	337	386	422	269	406	488	540	576	96	164	217
0.15	218	446	564	636	700	450	680	815	903	960	-	-	-
0.10	421	675	847	969	1 059	677	1 022	1 224	1 354	1 443	-	-	-

\* No hay planes de muestreo para valores de  $i$  menores que 4.